



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

PROYECTO FIN DE CARRERA

Sistema de supervisión de emisiones por TDT y satélite

Autor: Ignacio Saló Benito

Tutor: Fernando Díaz de María

Leganés, 27 de abril de 2015

Título: Sistema de supervisión de emisiones por TDT y satélite

Autor: Ignacio Saló Benito

Director: Fernando Díaz de María

EL TRIBUNAL

Presidente: Francisco Javier González

Vocal: José Joaquín Escudero Garzás

Secretario: Antonio de la Oliva Delgado

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 27 de abril de 2015 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Resumen

El paso de la televisión analógica a la televisión digital terrestre (TDT) trajo consigo un importante incremento del número de canales de televisión y de las opciones del usuario a la hora de acceder a ellos. Desde el punto de vista del radiodifusor, aparece la necesidad de contar con un sistema que permita realizar un seguimiento automático de la señal difundida de forma permanente. Este sistema de supervisión debe proporcionar continuamente información tanto para la detección temprana de fallos como para el análisis “a posteriori” que permita realizar las actuaciones correctivas necesarias sobre el sistema de difusión.

El presente proyecto arranca con una descripción genérica de los procesos empleados para generar la señal digital y los diversos sistemas de comunicación utilizados para hacerla llegar a los usuarios mediante la red de difusión.

Seguidamente, se establecen los requisitos y funcionalidades que se estiman necesarios en un sistema de supervisión de emisiones. Éstos serán aplicables también en gran medida a las emisiones a través de satélite comercial dadas las grandes similitudes y pocas diferencias entre los estándares de difusión empleados en ambas tecnologías.

A continuación se aborda el diseño del sistema y la definición del proyecto recopilando las tareas necesarias para su desarrollo, así como su asignación de recursos y sus dependencias temporales, el establecimiento de un calendario de ejecución del proyecto y el presupuesto necesario para su implementación.

El fruto del trabajo recogido en el proyecto se ha concretado en la herramienta de supervisión de difusión por TDT y satélite que actualmente emplea RTVE para el seguimiento de la calidad del servicio que le proporcionan sus proveedores.

Palabras clave: TDT, difusión de televisión, supervisión

Abstract

The transition from analogue to digital terrestrial television (DTT) resulted in a significant increase in the number of television channels and in the options for the viewers. From the broadcaster side, the need for a system to permanently monitor the broadcast signal arises. This monitoring system must continually provide information for both early detection of errors and for an “a posteriori” analysis that allows for the required corrective actions on the broadcast system.

This project starts with a generic description of the processes needed to generate the digital signal and the different communication systems employed to deliver it to the users through the broadcast network.

Then, requirements and functionalities deemed necessary for a broadcast monitoring system are described. These requirements also apply largely to direct-broadcast satellite systems given the many similarities and small differences between broadcasting standards used in both technologies.

Later, we address the system design and project definition, gathering the necessary tasks for their development, allocation of resources and time dependencies, also establishing a timetable for the project fulfillment and the budget required for its implementation.

The results of the work described in the project have been applied in the monitoring tool for DTT and satellite broadcasting that RTVE currently employs for monitoring the quality of service provided by its suppliers.

Keywords: DTT, television broadcasting, monitoring

Índice general

Capítulo 1 - Introducción	3
1.1 Objetivo	3
1.2 Fases del desarrollo	3
1.3 Estructura de la memoria	4
Capítulo 2 - Difusión por TDT	7
2.1 Introducción.....	7
2.2 Creación de un multiplex de TDT	8
2.2.1 ¿Qué es un multiplex de TDT?.....	8
2.2.2 Codificación de servicios de televisión.....	9
2.2.3 Codificación de servicios de radio	13
2.2.4 Información de servicio y servicios interactivos	14
2.2.5 Multiplexación y trama final	15
2.2.6 Gestión de redundancias	16
2.3 Red de distribución	17
2.3.1 Distribución terrestre	17
2.3.2 Distribución por satélite	19
2.4 Red de difusión.....	20
2.4.1 Red isofrecuencia.....	20
2.4.2 Tipos de centros emisores	21
Capítulo 3 - Difusión por satélite.....	25

3.1	Introducción.....	25
3.2	Conceptos básicos.....	25
3.2.1	Órbita	26
3.2.2	Segmento espacio	28
3.2.3	Segmento tierra.....	29
3.2.4	Estándares	30
3.3	Creación de la trama de transporte	31
3.4	Red de transporte	32
3.5	Difusión.....	32
3.5.1	África	32
3.5.2	América	33
3.5.3	Asia y Oceanía.....	35
3.5.4	Europa	36
Capítulo 4 - Necesidades de supervisión		38
4.1	Introducción.....	38
4.2	Supervisión de señal en recepción	38
4.3	Parámetros de radiofrecuencia	39
4.3.1	Nivel de señal	39
4.3.2	BER.....	40
4.3.3	MER (Modulation Error Ratio)	42
4.3.4	Histéresis del sistema	43
4.4	Parámetros del flujo de transporte	43
4.4.1	Flujos elementales	43
4.4.2	Tablas	45
4.4.3	Contenido	52
4.5	Diferencias para supervisión de satélite	53
Capítulo 5 - Necesidades de gestión		55
5.1	Introducción.....	55
5.2	Niveles de alarma	56
5.3	Mapa sinóptico	57
5.4	Configuración general.....	59
5.4.1	Avisos	59
5.4.2	Parámetros de radiofrecuencia	60

5.4.3	Tablas y tipos de componentes.....	60
5.5	Centros y frecuencias	62
5.6	Usuarios.....	63
5.7	Avisos.....	65
5.7.1	Listas de usuarios.....	65
5.7.2	Modo Resumen.....	65
5.7.3	Gestión de notificaciones	67
5.7.4	Mensajes.....	69
5.8	Mantenimientos	70
5.9	Grabaciones	73
5.10	Informes	74
5.11	Incidencias	76
5.12	Gráficos de parámetros.....	77
Capítulo 6 -	Desarrollo e implantación	79
6.1	Introducción.....	79
6.2	Ubicaciones	80
6.2.1	Selección	80
6.2.2	Necesidades del sistema de recepción	82
6.2.3	Conectividad.....	83
6.3	Proceso administrativo	84
6.4	Hardware necesario.....	85
6.4.1	Servidor.....	85
6.4.2	Sondas de supervisión.....	86
6.5	Calendario	87
6.5.1	Reuniones de arranque y seguimiento	87
6.5.2	Hardware	87
6.5.3	Desarrollo software.....	88
6.5.4	Implantación.....	89
6.5.5	Puesta en marcha	90
6.6	Diagrama de Gantt	92
Capítulo 7 -	Presupuesto	97
7.1	Costes de personal	97
7.2	Costes de material.....	97

7.3	Coste total.....	98
Capítulo 8 - Conclusiones y mejoras		99
8.1	Conclusiones.....	99
8.2	Mejoras y futuras líneas de trabajo	100
Capítulo 9 - Referencias		103

Lista de figuras

Figura 1 – Espectro de un canal analógico de televisión (izquierda) y un múltiplex de TDT (derecha).	8
Figura 2 – Codificación de servicios de televisión SD/HD.....	10
Figura 3 – Conversión de subtítulos de teletexto a DVB.....	11
Figura 4 – Generación simultánea de subtítulos DVB y teletexto.....	12
Figura 5 – Codificación redundante de un servicio de televisión.....	12
Figura 6 – Servicios de radio y televisión de RTVE en la TDT.....	13
Figura 7 – Generación de SI a partir de información horaria y parilla de programación.	14
Figura 8 – Creación de la trama de transporte para distribución a los centros emisores.	15
Figura 9 – Sistemas redundantes paralelos.....	16
Figura 10 – Sistemas redundantes mixtos.	17
Figura 11 – Estructura de anillo de fibra óptica entre centros principales de la red de distribución.	18
Figura 12 – Esquema de una red de distribución terrestre de TDT.	18
Figura 13 – Ocupación satelital por distribución de múltiplex con desconexiones territoriales.....	19
Figura 14 – Ocupación satelital optimizada de múltiplex con desconexiones territoriales.	20
Figura 15 – Centro emisor de TDT con redundancia de entrada.....	21
Figura 16 – Diagrama de bloques genérico de un gap-filler.	22
Figura 17 - Enlaces de subida (uplink) y bajada (downlink) en un enlace por satélite (Poole).	26
Figura 18 - Comparativa de satélites en función de su órbita.	26
Figura 19 - Satélites comerciales de comunicaciones en órbita GEO (Skinner).	27
Figura 20 – Diagrama de bloques de un transponedor básico (Poole).	28

Figura 21 - Bandas de frecuencias más empleadas en satélite	29
Figura 22 - Extracto del plan de frecuencias para Hispasat 1E: subidas (izda.) y bajadas (dcha.) (hispamar, 2002).	29
Figura 23 – Huella del satélite Eutelsat 5 west A (RTVE, 2014).....	33
Figura 24 – Huella de cobertura del satélite Galaxy 23 ((Intelsat).	34
Figura 25 – Huella de cobertura del satélite Hispasat 1E en América ((Hispasat, 2015).	35
Figura 26 – Huella del satélite Asiasat 5 (RTVE, 2014).....	36
Figura 27 – Huella del satélite Astra 1M ((RTVE, 2014).	37
Figura 28 – Ciclo de histéresis para el estado de alarma de un parámetro.	43
Figura 29 – Información de errores de continuidad por PID para un determinado multiplex.....	44
Figura 30 – Información de “log” de errores de continuidad registrados en una sonda.	45
Figura 31 – Lanzadera de servicios interactivos HbbTV de TVE (http://www.rtve.es/hbbtv/index.html).	50
Figura 32 – Acceso a servicio “A la Carta” de TVE a través de HbbTV.	51
Figura 33 – Pantallas de inicio en función del canal de radio sintonizado (Radio Clásica – izq. / Radio 3 – dcha.).	51
Figura 34 – Señal recibida por “streaming” del servicio “La 2”.	52
Figura 35 – Mosaico con servicios de diferentes multiplex disponibles en Toledo.	53
Figura 36 – Alineación en el momento de interferencia solar en la recepción por satélite.	54
Figura 37 – Mapa sinóptico del sistema para la visualización del estado de los diferentes elementos integrantes.	57
Figura 38 – Iconos de estado de los elementos supervisados.....	58
Figura 39 – Despliegue del estado de una sonda desde mapa sinóptico.....	58
Figura 40 – Opciones de configuración de envío de mensajes SMS y correos electrónicos.....	59
Figura 41 – Tablas incluidas en la monitorización y valores asociados.	61
Figura 42 – Tipos de componentes de los servicios y sus parámetros correspondientes.	61
Figura 43 – Datos para cada ubicación de una sonda de supervisión.	62
Figura 44 – Servicios para el multiplex RGE1 de Aragón.....	63
Figura 45 – Extracto de componentes de un multiplex.....	64
Figura 46 – Datos de un usuario del sistema de supervisión.....	64
Figura 47 – Gestión de listas de distribución.	66
Figura 48 – Interfaz de gestión de notificaciones.	68
Figura 49 – Interfaz de configuración de mensajes.	69
Figura 50 – Ejemplo de mantenimiento periódico por desconexión territorial.	72
Figura 51 – Ejemplo de mantenimiento definido por trabajo programado.	72
Figura 52 – Interfaz de selección de grabaciones.	74
Figura 53 – Interfaz para configuración de informes periódicos.....	75
Figura 54 – Interfaz de búsqueda de incidencias registradas en el sistema.	76
Figura 55 – Modificación global en la revisión de incidencias.	77

Figura 56 – Gráfica de BER para tres centros.....	78
Figura 57 – Antena FlashHD LTE de Ikusi.	82
Figura 58 – Repartidor de 3 salidas Ikusi UDU-307.	83
Figura 59 – Tráfico de red entre los elementos del sistema de supervisión.....	84
Figura 60 – Diagrama de Gantt previsto del proyecto.....	93

Lista de tablas

Tabla 1 – Servicios de radio difundidos por continente (RTVE, 2014).	31
Tabla 2 – Contenido de la PAT para el múltiplex RGE1 de Madrid.	46
Tabla 3 – Contenido de la PMT del servicio “La 1” del múltiplex RGE1 de Madrid.	46
Tabla 4 – Contenido de la SDT del múltiplex RGE1 de Madrid.	48
Tabla 5 – Campos de información de incidencias para la gestión de avisos.	68
Tabla 6 – Mensajes de correo electrónico por regionalización en modo Normal.	70
Tabla 7 – Mensajes de correo electrónico por regionalización en modo Resumen.	71
Tabla 8 – Asignación de los recursos Ingeniero 1 e Ingeniero 2.	94
Tabla 9 – Asignación del recurso Ingeniero 3.	95
Tabla 10 – Asignación del recurso Técnico 1.	95
Tabla 11 – Costes de personal de RTVE.	97
Tabla 12 – Presupuesto de adquisición del sistema de supervisión.	97

Glosario

AIT	Application Identification Table
API	Application Programming Interface
ACM	Adaptive Coding and Modulation
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AES	Audio Engineering Society
APSK	Amplitude and phase-shift keying
ASI	Asynchronous Serial Interface
BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem
BER	Bit Error Rate
CAG	Control Automático de Ganancia
CAT	Conditional Access Table
CC	Continuity Counter
C/N	Carrier-to-Noise Ratio
COFDM	Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
DSNG	Digital Satellite News Gathering
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-S	Digital Video Broadcasting Satellite
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
E-AC3	Enhanced AC3, también llamado Dolby Digital Plus
EBU	European Broadcasting Union
EIT	Event Information Table
EPG	Electronic Program Guide
ES	Elementary Streams
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEC	Forward Error Correction
GEO	Geostationary Earth Orbit
HbbTV	Hybrid Broadcast Broadband Television
HD	High Definition
HPA	High Power Amplifier

HQ	High Quality
ICT	Infraestructura Común de Telecomunicaciones
IP	Internet Protocol
LDPC	Low Density Parity Check
LEO	Low Earth Orbit
LNA	Low Noise Amplifier
LNB	Low Noise Block
MEO	Medium Earth Orbit
MER	Modulation Error Ratio
MHP	Multimedia Home Platform
MIP	Mega-frame Initialization Packet
MPEG	Moving Pictures Experts Group
NICAM	Near Instantaneous Companded Audio Multiplex
NIT	Network Information Table
NTP	Network Time Protocol
OCR	Optical Character Recognition
PAT	Program Allocation Table
PCR	Pulse Clock Reference
PHP	PHP Hypertext Pre-processor
PID	Packet Identifier
PMT	Program Map Table
PSK	Phase Shift Keying
PTS	Presentation Time Stamp
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QEF	Quasi Error Free
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying
RGE	Red Global Estatal
ROE	Relación de onda estacionaria
RLE	Run Length Encoding
RS	Redd-Solomon
RTVE	Corporación de Radio y Televisión Española
SD	Standard Definition
SDI	Serial Digital Interface
SDT	Service Description Table
SFN	Single Frequency Network
SI	Service Information
SMS	Short Message Service
TDT	Televisión Digital Terrestre o Time and Date Table
TID	Table Identifier
TOT	Time Offset Table
TS	Transport Stream
TTXT	Teletexto
URL	Universal Resource Locator
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UTC	Coordinated Universal Time
VPN	Virtual Private Network

Capítulo 1 - Introducción

1.1 Objetivo

El objetivo del proyecto es diseñar un sistema de supervisión de emisiones de TDT (Televisión Digital Terrestre) y satélite, orientado principalmente hacia las necesidades del proveedor de los servicios de televisión y radio que se difundan a través de las mismas.

Más concretamente, el desarrollo del proyecto nace en la elaboración de un pliego de especificaciones del sistema y se concreta mediante el seguimiento y evaluación del trabajo desarrollado por el proveedor a todos los niveles hasta su completa implementación.

La herramienta de supervisión resulta de gran ayuda para el seguimiento del servicio proporcionado por los diferentes operadores que realizan la difusión por TDT y satélite para RTVE (Corporación de Radio y Televisión Española). Gracias al sistema se contará con información que permitirá contrastar los informes de calidad de servicio proporcionados por cada operador.

1.2 Fases del desarrollo

Partiendo de la experiencia de un sistema de supervisión piloto en cuatro ciudades, y tras evaluar el estado del arte en los sistemas de supervisión de difusión por TDT y

satélite, se desarrolló un pliego de especificaciones para la adquisición de un sistema que permitiera extender y mejorar las capacidades de supervisión.

Después del análisis de las ofertas y la adjudicación del pedido del sistema, se realizó la especificación detallada del sistema con el proveedor. Esta etapa permitió concretar la implementación de los diferentes requisitos recogidos en el pliego de especificaciones.

Durante las reuniones de seguimiento del proyecto realizadas con el proveedor se fueron matizando, modificando y añadiendo funcionalidades no contempladas inicialmente pero reveladas como necesarias para permitir una gestión eficiente del sistema.

Una vez que los componentes del sistema estuvieron listos y entregados, se realizaron las pruebas necesarias para validar su funcionamiento según lo acordado. Esta etapa permitió detectar y corregir problemas del desarrollo del sistema antes de su implantación en los diferentes centros de supervisión.

Las sondas de supervisión fueron distribuidas y puestas en marcha en las diferentes ubicaciones seleccionadas como puntos de control de las emisiones y el sistema fue configurado progresivamente para centralizar la información proporcionada por cada una de ellas.

1.3 Estructura de la memoria

Para poder entender las funcionalidades necesarias del sistema en cuanto a qué debe supervisar el sistema y cómo debe hacerlo, primero será necesario hacer una descripción de los procesos por los que pasan las señales audiovisuales. Desde la codificación de los servicios hasta la difusión, pasando por la conformación del multiplex o el transporte del mismo hasta los centros emisores, en el caso de la TDT, o bien hasta el telepuerto de subida en el caso de la difusión por satélite.

Posteriormente se establecerán los parámetros de radiofrecuencia que deberemos vigilar y qué procesos o sucesos pueden afectarlos y llegar a imposibilitar una correcta recepción.

Detallaremos la estructura común empleada en los distintos estándares de difusión DVB (Digital Video Broadcasting), lo que permitirá determinar los fallos o problemas que pudieran aparecer por errores en su implementación.

Se recogerán las herramientas y mecanismos del sistema que permitirán hacer una gestión encaminada a extraer información útil acerca de la calidad de la difusión.

Antes de detallar el presupuesto de implantación del sistema de supervisión, repasaremos las fases de ejecución del proyecto, recogiendo los recursos necesarios para

ejecutar las tareas, y las dependencias temporales de estas últimas. Con toda la información anterior estableceremos el calendario de ejecución del proyecto.

Terminaremos con las conclusiones obtenidas en la ejecución del proyecto y con un análisis de las futuras líneas de evolución del sistema con objeto de su mejora técnica y operativa.

Capítulo 2 - Difusión por TDT

2.1 Introducción

Partiendo de las señales de vídeo y audio de los servicios de televisión y radio, repasaremos los procesos necesarios para que la señal de TDT llegue a los hogares.

En primer lugar nos centraremos en la creación del múltiplex de TDT, que es la señal que se genera en la cabecera. Esta etapa comprende, desde la compresión de las señales de vídeo y audio, hasta la agregación de servicios de datos y tablas. Esta información adicional será la que permita al usuario final seleccionar correctamente el programa que desea ver con todas las opciones disponibles que la televisión digital pone a su alcance, como guía de programas, subtítulo, versión original de sonido, audiodescripción, etc.

Una vez generada la señal que queremos hacer llegar a los receptores finales, describiremos los sistemas y técnicas empleados para transportarla hasta los centros emisores de toda España. Veremos los requisitos particulares de los múltiplex de TDT dentro del servicio público de ámbito nacional y cómo se optimizan los procesos necesarios en esta etapa de distribución por medios terrestres y por satélite.

Por último describiremos los distintos tipos de centros emisores existentes en la red de difusión, los cuales realizarán el proceso de transmisión a los hogares mediante la modulación apropiada, en el caso español, a través de redes DVB-T (DVB Terrestrial) isofrecuencia.

2.2 Creación de un múltiplex de TDT

2.2.1 ¿Qué es un múltiplex de TDT?

Un múltiplex es la información digital contenida en un canal de radiofrecuencia determinado. En la televisión analógica, cada servicio de televisión era difundido a través de un canal de radiofrecuencia, mientras que en la TDT, cada múltiplex puede contener diversos servicios de televisión, radio y datos en la misma porción del espectro.

En España, los canales de radiofrecuencia para televisión analógica podían tener un ancho de 7 u 8 MHz en función de la banda empleada, VHF (Very High Frequency) o UHF (Ultra High Frequency), actualmente para la TDT sólo se emplea la banda UHF con canales de 8 MHz.

En la televisión analógica las nuevas mejoras (color, estéreo) requerían de una parte concreta de espectro y su introducción generalmente provocaba la actualización del equipamiento de todos los centros emisores. A modo de ejemplo, sólo algunas zonas de Madrid y Barcelona dispusieron de emisiones de televisión analógica con sonido estéreo. En la televisión digital, el múltiplex permite modificar el número y contenido de servicios en el mismo espectro. En la Figura 1 se ilustra la ocupación del canal radioeléctrico en uno y otro caso.

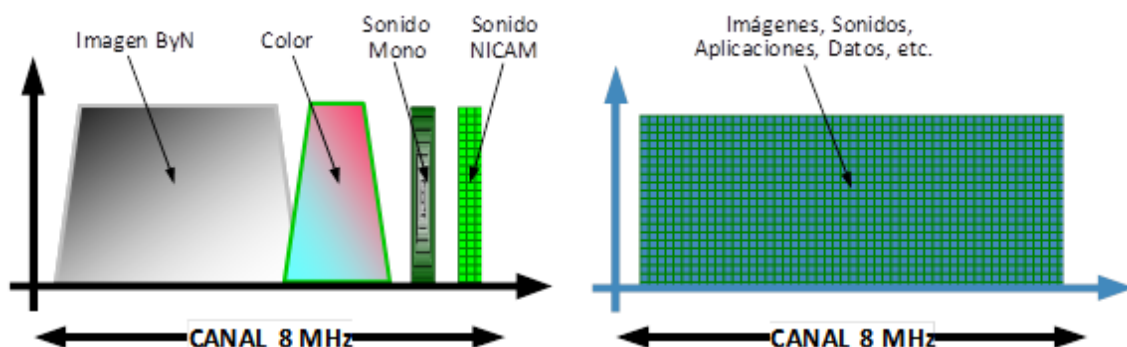


Figura 1 – Espectro de un canal analógico de televisión (izquierda) y un múltiplex de TDT (derecha).

Desde el comienzo de las emisiones de TDT en España se han ido incorporado nuevos servicios y mejoras sin necesidad de cambios en la red de difusión, requiriendo exclusivamente cambios en los equipos de codificación y la renovación natural del parque de receptores de los hogares. De esta forma, se han incorporado servicios de televisión en alta definición, radio con sonido envolvente, interactivos, etc. de una forma sencilla en los diferentes múltiplex.

Partiendo de este concepto, cualquier afectación o interferencia en el canal radioeléctrico empleado para difusión afectará a la calidad de todos los servicios incluidos en el múltiplex.

Los servicios que componen el múltiplex son codificados y multiplexados a través de lo que se denomina cabecera de TDT, que está integrada básicamente por los codificadores de vídeo y audio, los generadores de información de servicio y los multiplexores que combinan todas las contribuciones al múltiplex final.

Cada componente de cada servicio o cada tipo de dato se identificará mediante un número único en el múltiplex denominado PID (Packet Identifier). Dentro del múltiplex la información se organiza en paquetes de longitud constante, y cada paquete contiene información de un único PID. Algunos valores de PID están asignados de forma unívoca en todos los múltiplex, los que contienen la información básica de su contenido y estructura, y el resto se asigna según conveniencia.

Según el Plan Técnico de la TDT (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2014) aprobado según Real Decreto 805/2014, de 19 de septiembre, RTVE dispone de la siguiente capacidad en dos múltiplex con cobertura nacional:

- RGE1: múltiplex con capacidad de desconexión territorial a nivel autonómico con una obligación de cobertura de al menos el 98% de la población. RTVE puede explotar el múltiplex completo.
- RGE2: múltiplex de contenido común nacional con una obligación de cobertura de al menos el 96%. RTVE puede explotar las dos terceras partes del múltiplex.

Cada Comunidad Autónoma efectúa desconexiones de la programación nacional en diversos intervalos horarios y en determinados servicios del múltiplex RGE1 según la comunidad.

Actualmente se realizan desconexiones territoriales en La 1 para cada comunidad con el objetivo de incluir informativos que puedan tratar con mayor profundidad las noticias de su territorio. Este hecho implica la creación de un múltiplex diferente para cada una de ellas, con determinadas particularidades que veremos a continuación.

La señal sin desconexiones de todos los programas se entrega en el Centro de Torrespaña

2.2.2 Codificación de servicios de televisión

Los servicios de televisión se suelen codificar en las instalaciones donde se encuentra la Continuidad del canal de televisión. La Continuidad es el departamento encargado de generar linealmente el contenido final de la señal de vídeo y audio que debe llegar a los receptores.

La señal, habitualmente en formato de vídeo digital serie con definición SD (Standard Definition) o HD (High Definition), se entrega con audios embebidos al codificador de vídeo y audio. Resulta evidente deducir que en estos casos, un fallo en la señal eléctrica

de entrada al codificador resultará en errores tanto de vídeo como de audio en la señal de salida.

A la salida del codificador tendremos una señal multiplexada con todos los flujos elementales ES (Elementary Streams) que integren el servicio (vídeo, audios, teletexto, subtítulos, etc.), cada uno con un identificador de paquete (PID) distinto.

En función del tipo de servicio, encontramos los siguientes formatos de compresión en la TDT de España:

- Servicios SD: vídeo en compresión MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group) y audio en compresión MPEG1-LayerII.
- Servicios HD: vídeo en compresión H.264 y audio en compresión MPEG1-LayerII o E-AC3.

El estándar E-AC3 (Enhanced AC3, también llamado Dolby Digital Plus) suele ser el elegido por aquellos radiodifusores que incorporan emisiones con sonido envolvente.

La salida de los codificadores será una trama de transporte TS (Transport Stream) que se transportará en el resto de la cabecera en formato ASI (Asynchronous Serial Interface) o IP (Internet Protocol). En la Figura 2 se puede observar un esquema de la señal que entra al codificador y los componentes que habitualmente se extraen de ella según la resolución de vídeo.

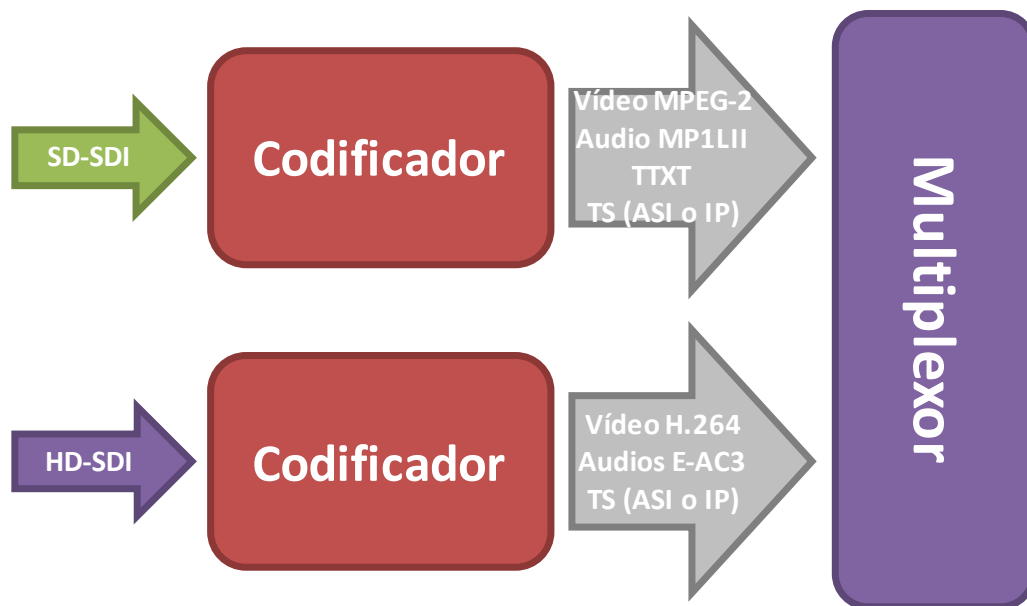


Figura 2 – Codificación de servicios de televisión SD/HD.

La información de teletexto, que incluye los subtítulos en dicho formato, se entrega al codificador en el intervalo vertical de la señal de vídeo. El codificador extrae dicha información de la señal y la codifica en forma digital, pasando a formar un PID distinto del asignado al vídeo en la trama de transporte.

Los subtítulos en formato teletexto, habitualmente página 888, no llevan información horaria de presentación, si no que se deben mostrar cuando llegan al receptor y se deben retirar cuando llega una orden de borrado.

Los subtítulos en formato DVB están basados en gráficos de mapas de bits con codificación RLE (Run Length Encoding) y se transmiten como un componente con PID distinto. A diferencia de los subtítulos de teletexto, los subtítulos DVB llevan información de reloj referida al PCR (Pulse Clock Reference) que determina el momento preciso de su presentación y de su borrado. Puesto que la tasa binaria dedicada a subtítulos DVB suele ser baja, se pueden requerir algunos segundos para que un receptor reciba toda la información de un solo subtítulo compuesto por varias líneas de caracteres.

Los subtítulos DVB se pueden generar de dos formas distintas:

- Por conversión de los subtítulos de teletexto a subtítulos DVB en la cabecera (Figura 3). En este caso, se lee la información de caracteres de la página de teletexto correspondiente (habitualmente la página 888) y se genera un gráfico que contiene el texto con una fuente de caracteres predeterminada. Los subtítulos DVB generados de esta forma suelen presentar un pequeño retardo inherente al proceso de conversión, aunque el retardo puede compensarse si la señal de vídeo es también codificada en paralelo.

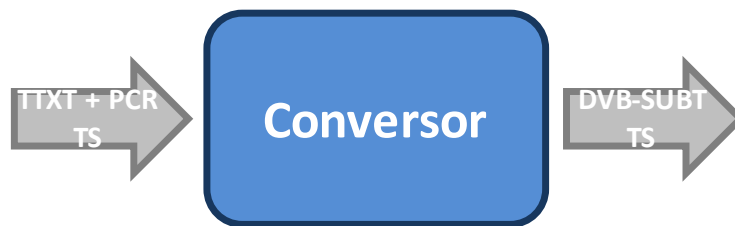


Figura 3 – Conversión de subtítulos de teletexto a DVB.

- Por generación de los mapas de bits a partir del texto de la información del subtítulo (Figura 4) y la información de tiempos de presentación: el subtítulo gráfico se genera y transforma en los paquetes necesarios. Puesto que el proceso de codificación de vídeo introduce un retardo entre la señal de vídeo y la trama codificada correspondiente, el equipo generador de subtítulos ajusta automáticamente todos los retardos de los diferentes componentes para asignar los tiempos de presentación de los subtítulos PTS (Presentation Time Stamp) que el receptor empleará para mostrar el subtítulo en el momento preciso.

La codificación se realiza de forma redundante, bien en espejo o bien en modo N+1. Si nos centramos en radiodifusores de ámbito nacional y autonómico, lo habitual es que dos codificadores realicen en paralelo la codificación de cada servicio para estar protegidos frente al posible fallo de uno de ellos.

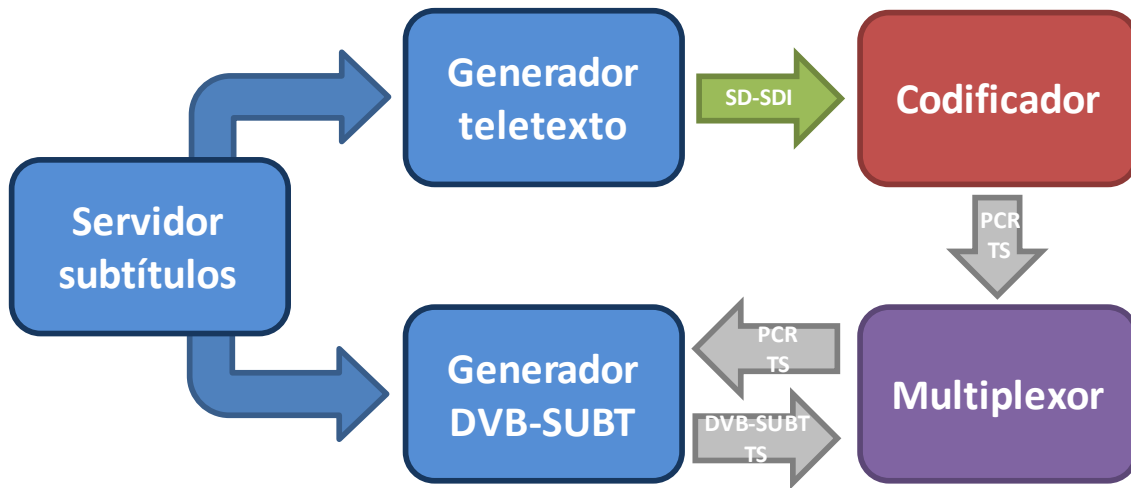


Figura 4 – Generación simultánea de subtítulos DVB y teletexto.

Mediante diferentes sistemas de gestión en función del fabricante escogido, las cabeceras de codificación conmutan entre los codificadores redundantes de forma automática ante fallo o manualmente bajo demanda (Figura 5).

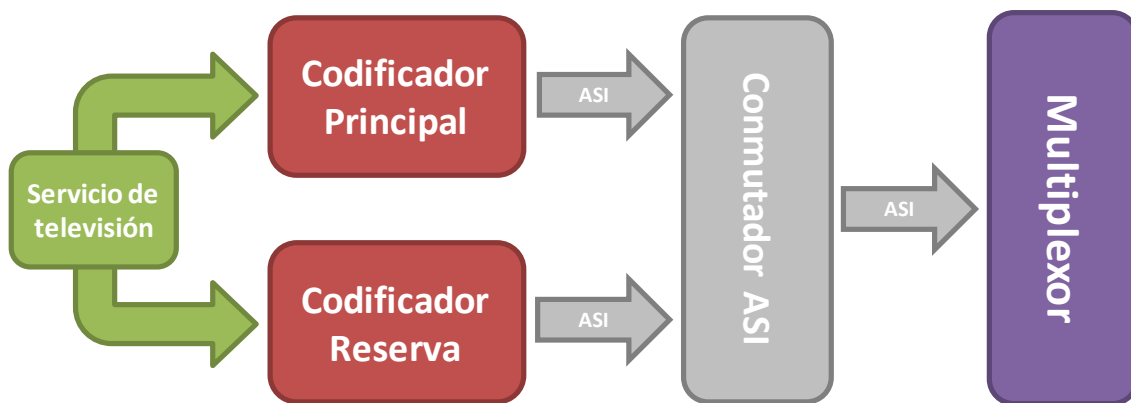


Figura 5 – Codificación redundante de un servicio de televisión.

Sin entrar en los detalles del proceso de codificación, el hecho de la conmutación entre codificadores tendrá una afectación en el servicio codificado. Cada codificador genera una señal de reloj (PCR), necesaria para el correcto funcionamiento del sistema y que llega hasta el receptor, que es diferente en cada uno de los codificadores. La conmutación provocará un cambio en el PCR y errores de continuidad de los componentes que se observarán como pequeños cortes o errores en la señal mostrada por el receptor.

Los servicios de televisión que RTVE tiene en la TDT a fecha 31 de diciembre de 2014 se pueden observar en la Figura 6.

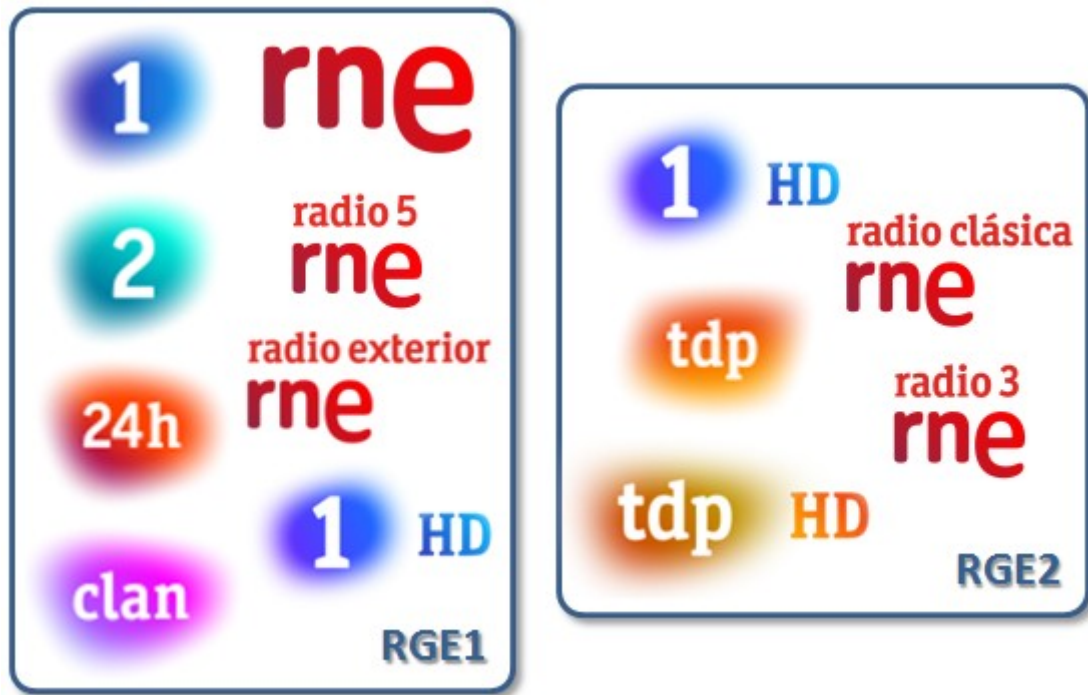


Figura 6 – Servicios de radio y televisión de RTVE en la TDT.

2.2.3 Codificación de servicios de radio

Los servicios de radio incluidos en la TDT se entregan de manera similar a la vista para los servicios de televisión.

Puesto que sólo se trata de una señal de audio, la entrega suele producirse en audio analógico balanceado o bien en formato digital AES/EBU (Audio Engineering Society/European Broadcasting Union).

Generalmente, un solo codificador permitirá codificar varios servicios de radio, ya que lo habitual es que dispongan al menos de 8 entradas de audio.

En el caso de contar con algún servicio que vaya a tener sonido envolvente, la entrega se puede realizar con los diferentes canales separados o bien en formato Dolby E, que a partir de un par de señales AES/EBU permite el transporte de hasta 8 canales de audio comprimidos.

El formato Dolby E permite transportar toda la información adicional (metadata) necesaria para la correcta codificación y reproducción de la señal, lo que permite que el codificador aplique automáticamente la configuración correcta de número de canales (estéreo, envolvente, mono) y el receptor aplique en cada momento y programa los ajustes óptimos para su escucha (compresión, nivel de mezcla, tipo de programa, etc.).

Los servicios de radio se codifican para difusión en dos formatos distintos:

- Servicios estéreo: audio en compresión MPEG1-LayerII.

- Servicios con sonido envolvente: audio en compresión E-AC3 (Dolby Digital +).

Sólo el servicio de Radio Clásica HQ (High Quality) tiene emisión con sonido envolvente y por lo tanto se difunde en Dolby Digital +. En cualquier caso y para mantener compatibilidad con los receptores más antiguos que no disponen de soporte para este formato, también se incluye la codificación estéreo en MPEG1-LayerII.

2.2.4 Información de servicio y servicios interactivos

Además de las señales comprimidas generadas en los codificadores para los servicios de televisión y radio, son necesarias diversas tablas de información adicional conocidas como información de servicio SI (Service Information) que son especificadas por la corporación DVB (Figura 7).

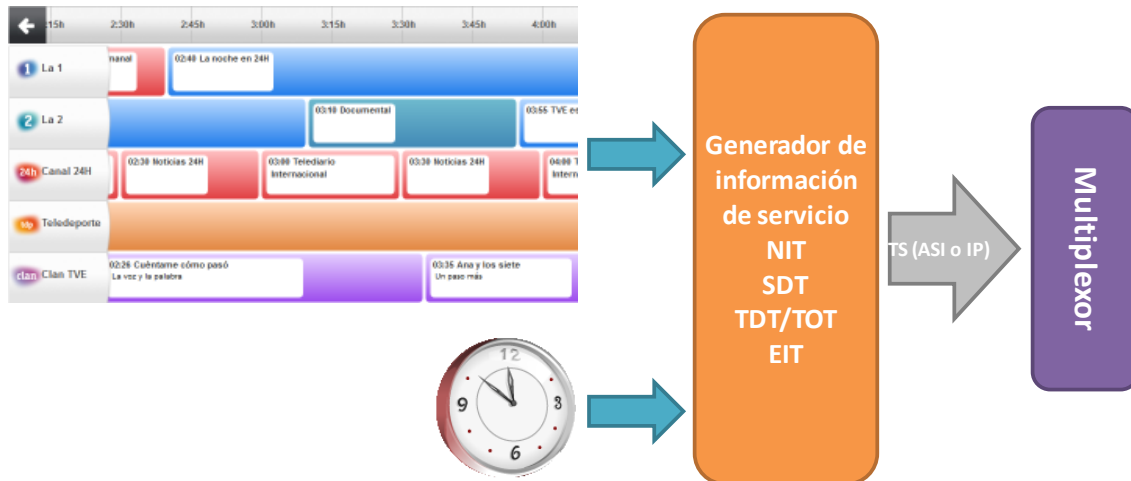


Figura 7 – Generación de SI a partir de información horaria y parrilla de programación.

Estas tablas permiten que los receptores puedan, entre otras cosas:

- Acceder correctamente a cada servicio de cada múltiplex a través de sus nombres.
- Cambiar entre los diferentes componentes de un servicio (sonidos, subtítulos, etc.) según la elección del usuario.
- Mostrar información acerca de los contenidos que está previsto emitir (programa, fecha, hora, descripción, etc.).
- Sincronizar automáticamente su reloj.

Un fallo en el contenido de la información de servicio puede tener diferentes consecuencias:

- Fallos en el nombre de los servicios.

- Desaparición de servicios.
- Falta de componentes de algún servicio.

En el relanzamiento de la TDT en 2005, se fomentaron los servicios interactivos basados en tecnología MHP (Multimedia Home Platform), pero problemas de patentes y licencias hicieron que los fabricantes de receptores no la incluyesen en sus equipos y ello llevó a una falta de evolución de las aplicaciones por parte de los radiodifusores.

Desde hace unos años, se viene trabajando en nuevas aplicaciones basadas en la especificación HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband Television) que ha sido creada para evitar los problemas que tuvo la anterior.

2.2.5 Multiplexación y trama final

Todos los elementos que generan los diferentes componentes del múltiplex final (codificadores, generadores de información de servicio, etc.) deben ser multiplexados en una única señal que será el múltiplex difundido por TDT.

Las diferentes señales de los codificadores salen en formato ASI o IP y llegan a los multiplexores, que se encargan de generar una señal de salida con todos los servicios de televisión y radio, así como los datos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del sistema (Figura 8).

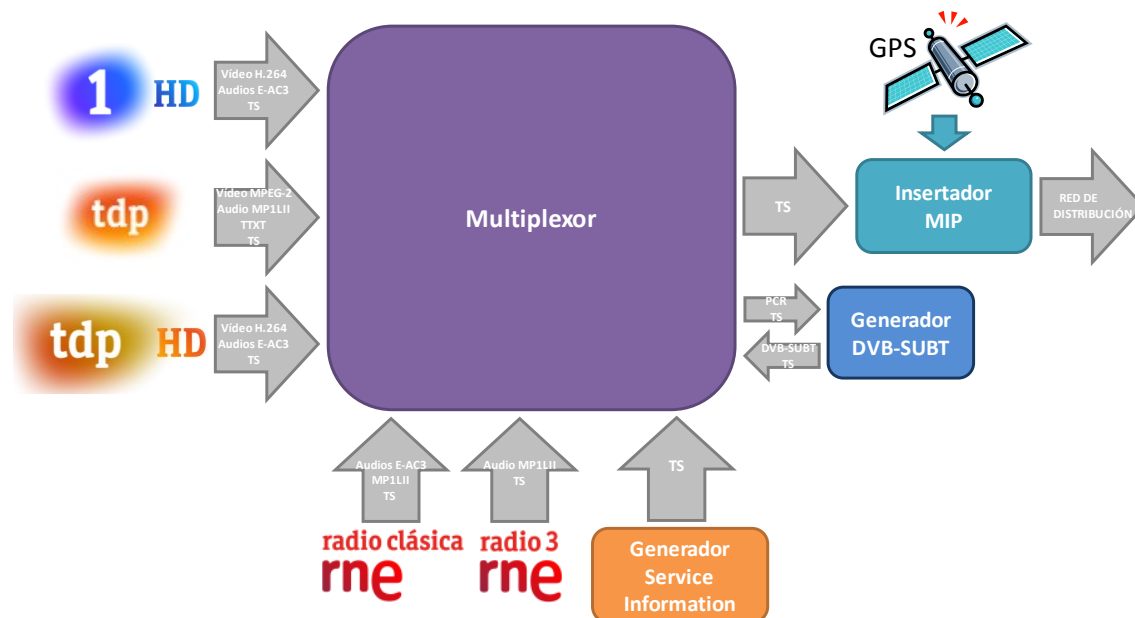


Figura 8 – Creación de la trama de transporte del múltiplex RGE2 para su distribución a los centros emisores.

La multiplexación se suele realizar de forma redundante con conmutación automática entre los equipos que funcionan simultáneamente. Esta operación, por lo general, acarreará diversos errores en la trama de salida, lo que provocará fallos puntuales en la

recepción de los servicios, como tablas corruptas, discontinuidades en los flujos elementales, etc.

2.2.6 Gestión de redundancias

Todas las redundancias de la cabecera de TDT se pueden gestionar y configurar de diferentes maneras, aunque las posibles elecciones pueden estar condicionadas por la funcionalidad ofrecida por cada fabricante.

Se puede optar por crear sistemas paralelos de codificación, generación de SI y multiplexación, o bien sistemas mixtos.

2.2.6.1 Sistemas paralelos

Los sistemas paralelos proporcionan una elevada fiabilidad. Según este esquema, se generan dos múltiplex válidos de forma simultánea y se entrega a un elemento conmutador que cambiará la señal que entrega en su salida si se produjera algún error en la que esté siendo utilizada (Figura 9).

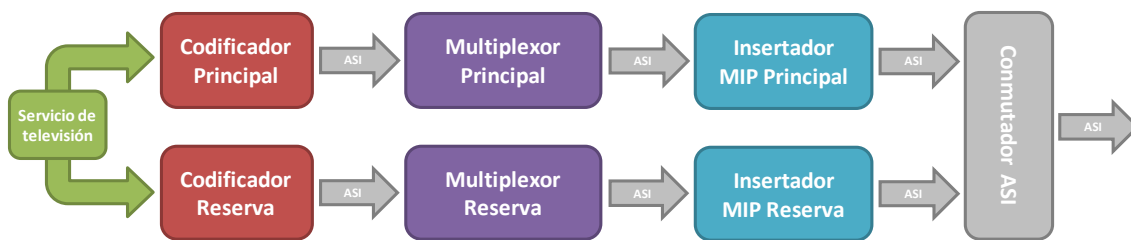


Figura 9 – Sistemas redundantes paralelos.

Es habitual la necesidad de realizar cambios de configuración en los equipos de una cabecera, por lo que contar con sistemas paralelos presenta la ventaja de poder realizarlos en la rama que no está en servicio sin afectar a la emisión. Una vez que se comprueba que los cambios funcionan de modo satisfactorio se puede activar en la salida a emisión y regresar al otro sistema en caso de detectar algún problema en la puesta en marcha.

A pesar de las ventajas enumeradas, la probabilidad de que se realice una conmutación es mayor debido a que el fallo de cualquier elemento de la cadena activa provocará una conmutación. Una conmutación de rama mantiene los servicios en emisión pero provocará un pequeño corte en todos los servicios por el cambio de señal de reloj (PCR) y el fallo en la continuidad de los PIDs.

2.2.6.2 Sistemas mixtos

En los sistemas mixtos, ciertos equipos de la cabecera operan en paralelo y otros operan en serie (Figura 10). A pesar de que la fiabilidad de esta configuración es menor,

permite que las conmutaciones entre dispositivos redundantes no siempre afecten a todos los servicios de la cabecera, si no sólo a los componentes o servicios directamente dependientes del dispositivo defectuoso.

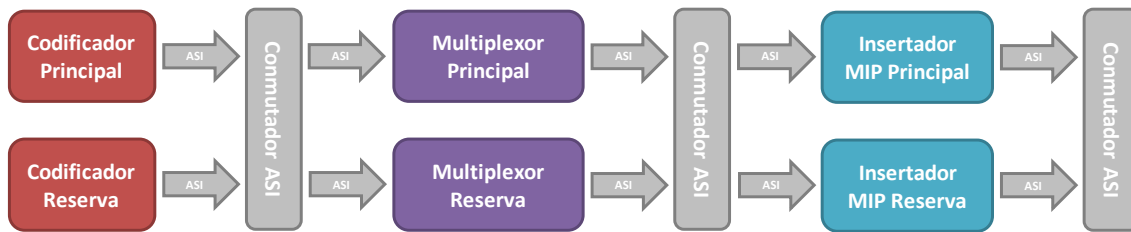


Figura 10 – Sistemas redundantes mixtos.

De forma general, cada pareja de elementos con las mismas funciones (codificadores, generadores de subtítulos, multiplexores, etc.) actúan en paralelo pero sólo la señal del que está activo llega a los dos elementos redundantes de la siguiente etapa.

2.3 Red de distribución

Una vez que la señal se ha generado en la cabecera con la trama de transporte que debe llegar a los hogares, es necesario hacerla llegar a todos los centros emisores que la van a difundir.

Para ello se cuenta con dos tipos de vías:

- Distribución terrestre: mediante fibra óptica, radioenlaces y remisores.
- Distribución satelital: mediante el uso de un enlace a través de satélite.

Ambos sistemas son empleados para la distribución de la señal, por lo que a continuación haremos un breve análisis de los mismos y describiremos la solución empleada.

2.3.1 Distribución terrestre

Desde el centro que origina la señal se usará una distribución terrestre en forma de estrella, de manera que los centros más importantes se unen mediante sistemas redundantes de fibra óptica y radioenlace punto a punto.

El mecanismo más fiable son los enlaces a través de fibra óptica, ya que no se ven afectados por las condiciones climatológicas. Por otro lado resulta evidente que no es posible hacer llegar enlaces de fibra óptica a todos los centros emisores por su elevado coste.

Los principales centros de la red de fibra óptica pueden llegar a estar unidos por estructuras en forma de anillo, que permitirá la conmutación del circuito en caso de fallo en uno de sus tramos (Figura 11).

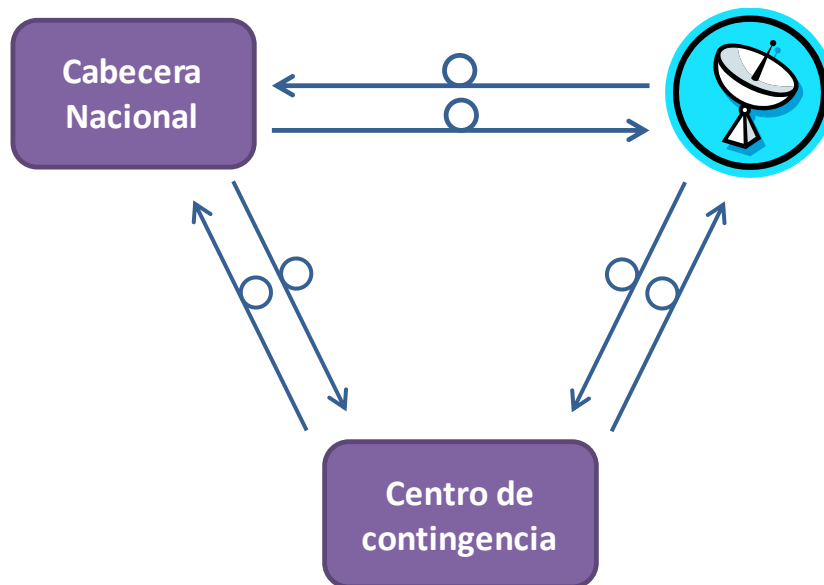


Figura 11 – Estructura de anillo de fibra óptica entre centros principales de la red de distribución.

Los radioenlaces punto a punto presentan un coste inferior a la fibra óptica pero su fiabilidad es menor. Son necesarios como mecanismos de redundancia ya que una incidencia de corte en la red de fibra óptica puede requerir de un tiempo elevado de resolución y por lo tanto significaría una pérdida del servicio durante un tiempo excesivo. Posteriormente desde estos centros la señal se transmitirá nuevamente a centros de menor importancia mediante radioenlaces punto a punto.

En la Figura 12 se puede observar un esquema simplificado de la red de distribución terrestre de TDT descrita.

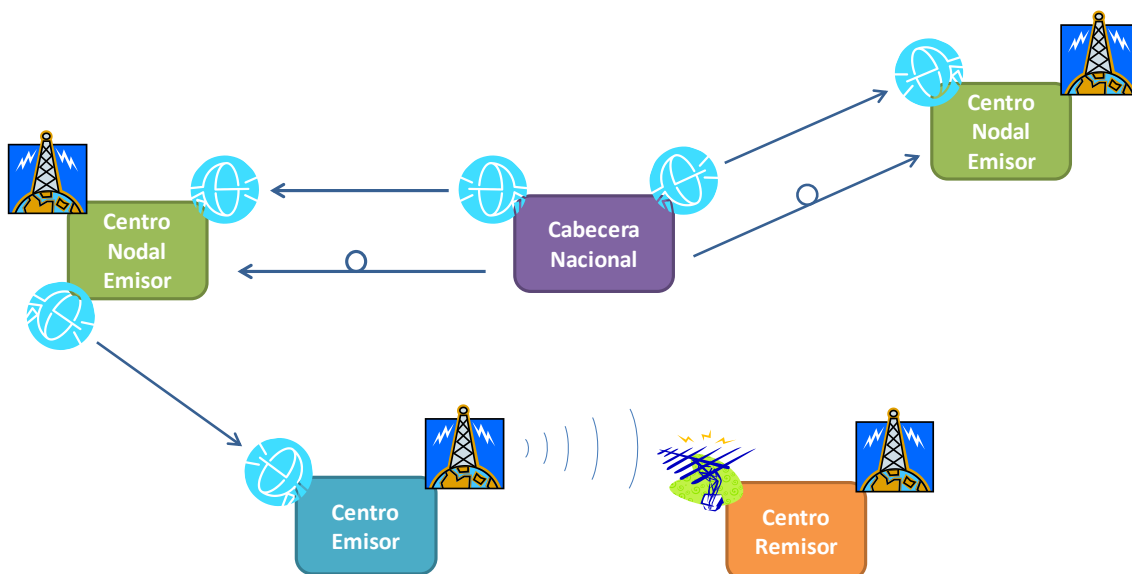


Figura 12 – Esquema de una red de distribución terrestre de TDT.

En el último nivel, tendremos emisores conocidos como gap-fillers, que utilizan como señal de entrada al centro la propia señal difundida a los hogares por un centro de mayor cobertura. Esta señal, una vez procesada, es emitida nuevamente hacia una zona de sombra, sin cobertura desde el centro anterior.

2.3.2 Distribución por satélite

Muchos de los centros emisores de la red de difusión no disponen de una red de acceso de fibra óptica ni tienen visibilidad directa con centros de los que pudieran recibir la señal primaria, por lo que sería necesario un radioenlace de varios vanos para poder hacerles llegar la señal de forma terrestre.

La distribución de la señal por satélite permite que la señal pueda llegar a cualquier punto de la geografía española, por lo que con un sistema de recepción satelital adecuado, el centro podrá difundir la señal de una forma sencilla.

Esta distribución llega a todos los centros emisores y podría pensarse en emplearla como único medio de distribución, pero su fiabilidad no sería suficiente para mantener la calidad del servicio requerida (climatología adversa en enlace ascendente, interferencias imprevistas o provocadas, pérdida de satélite, etc.).

Habitualmente, los contenidos difundidos en la TDT sólo disponen de derechos de emisión para el territorio español, por lo que es necesario que la señal distribuida por satélite a los centros emisores esté encriptada para evitar su recepción libre.

La señal distribuida por satélite también es accesible, mediante receptores de satélite adecuados, para los usuarios que no disponen de cobertura correcta de ningún centro emisor.

Puesto que el multiplex RGE1 contiene servicios con desconexiones territoriales no es posible difundir un único multiplex RGE1 para todas las Comunidades Autónomas. Para evitar tener que realizar una distribución del multiplex completo para cada una de las zonas con desconexión (Figura 13), se emplea una solución que permite ahorrar tasa binaria de los servicios que son comunes, y que no tienen desconexiones (Figura 14).

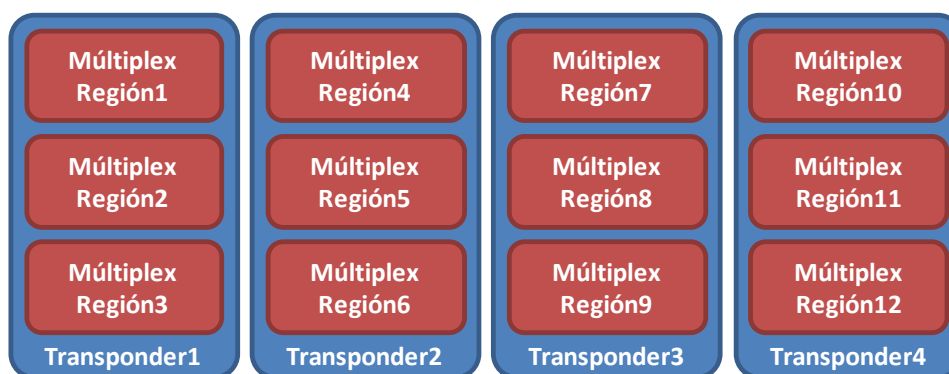


Figura 13 – Ocupación satelital por distribución de multiplex con desconexiones territoriales.

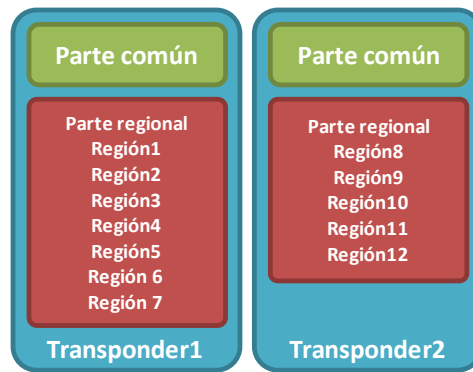


Figura 14 – Ocupación satelital optimizada de multiplex con desconexiones territoriales.

El mecanismo empleado tiene que permitir que todos los receptores que deben tener señal con la misma desconexión territorial sean capaces de reconstruir el multiplex completo de forma determinista. Puesto que trabajamos con una red de frecuencia única en nuestros centros emisores, cuando se une la parte común y la parte con contenido territorial la señal debe ser exactamente igual ya que de lo contrario los centros se interferirían en las zonas de solape si no emiten el mismo símbolo en el mismo instante de tiempo.

2.4 Red de difusión

2.4.1 Red isofrecuencia

La planificación de frecuencias para la TDT en España está basada en redes isofrecuencia. Eso significa que todos los centros emisores situados en un área geográfica determinada emitirán en la misma frecuencia. En la televisión analógica esto no era posible, ya que provocaría interferencias en la señal que impedirían la correcta recepción en las zonas de cobertura solapada de varios transmisores.

El estándar DVB-T (ETSI, 2009) establece la posibilidad de emplear en la red de difusión la opción de isofrecuencia o la de multifrecuencia:

- **Multifrecuencia:** cada emisor de una determinada área geográfica opera en una frecuencia distinta, lo que hace que el concepto de que pertenezcan a una misma red o no sea un asunto administrativo y no técnico. Los servicios ofrecidos por cada emisor podrían ser, técnicamente, distintos entre ellos (ETSI, 2011).
- **Isofrecuencia:** todos los transmisores de una determinada área geográfica emiten de forma sincronizada, el mismo contenido, en la misma frecuencia.

Desde un punto de vista del espectro, la red isofrecuencia es mucho más eficiente que la multifrecuencia, ya que permite usar un menor número de frecuencias para cubrir un determinado territorio.

Según los criterios de la red isofrecuencia y las necesidades de desconexión territorial de los múltiplex, es muy recomendable que las áreas en las que se asigna la misma frecuencia no abarquen zonas que se extiendan más allá de los límites de las Comunidades Autónomas.

Aunque administrativamente sea así, técnicamente es inviable hacer que las señales de los centros no desborden las comunidades en las que emiten, por lo que siempre existirán zonas que reciban mejor calidad de una señal procedente de otras comunidades y no de la suya propia. Puesto que las redes isofrecuencia contiguas deben trabajar en distintas frecuencias, estas zonas podrán incluso disponer de ambas señales en su receptor.

En cualquier caso, el símbolo emitido por todos los transmisores próximos de una red isofrecuencia debe realizarse en el mismo instante de tiempo y con la misma información. La variación de cualquier bit de la trama del múltiplex haría que el símbolo fuera distinto y, por tanto, que se generarán interferencias en las zonas de cobertura solapada de varios transmisores.

2.4.2 Tipos de centros emisores

2.4.2.1 Centros emisores con señal terrestre y satelital

Los centros más importantes de la red disponen de varias vías para la red de distribución: normalmente una vía terrestre y otra satelital. Se consideran centros importantes aquellos que dan cobertura a un número elevado de habitantes o bien proporcionan señal primaria a un número importante de centros secundarios.

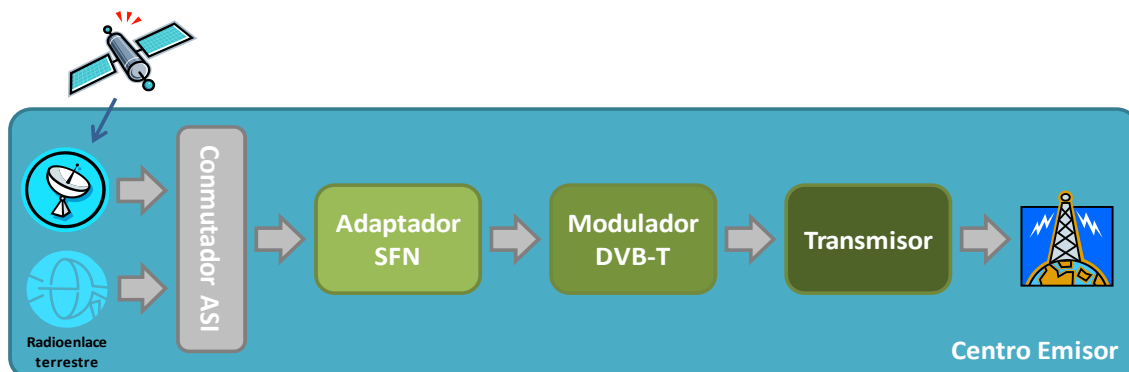


Figura 15 – Centro emisor de TDT con redundancia de entrada.

Por la vía terrestre podrán recibir la señal mediante radioenlace, fibra óptica o ambos en función de su importancia. Como señal primaria adicional dispondrá del contenido del

múltiplex a través de un enlace satelital, conmutando entre ellas en caso de fallo de la que se encuentre activa (Figura 15).

2.4.2.2 Centros emisores con señal satelital

En el caso de la mayoría de los centros, la señal primaria les llega a través de la distribución satelital, pudiendo disponer de redundancias del sistema de recepción en función de la importancia del centro.

Tal y como se vio con anterioridad, y con el objetivo de ahorrar capacidad en el satélite, la señal del múltiplex no viaja de forma íntegra en el mismo. En cada centro emisor se dispone de un receptor que toma la señal de dos partes:

- Parte común del múltiplex: los servicios sin regionalizar.
- Parte diferenciada: los servicios susceptibles de realizar desconexiones territoriales.

Con ambas componentes forma la trama final del múltiplex de forma determinista, es decir, idénticamente a la salida de todos los receptores configurados para la misma región. Este punto es fundamental para que la transmisión simultánea de todos los emisores no genere interferencia al transmitir simultáneamente el mismo símbolo.

Como ya se mencionó anteriormente, si uno sólo de los bits de la trama fuera diferente, el símbolo variaría y los distintos centros emisores interferirían entre sí.

2.4.2.3 Centros remisores o gap-fillers

Se trata de aquellos centros que reciben su señal primaria de otro centro emisor. En el caso de las redes DVB-T en España, y al tratarse de redes de frecuencia única, se aplica el concepto de gap-filler, que se refiere a emisores que difunden la señal en el mismo canal de la señal de entrada (Figura 16).

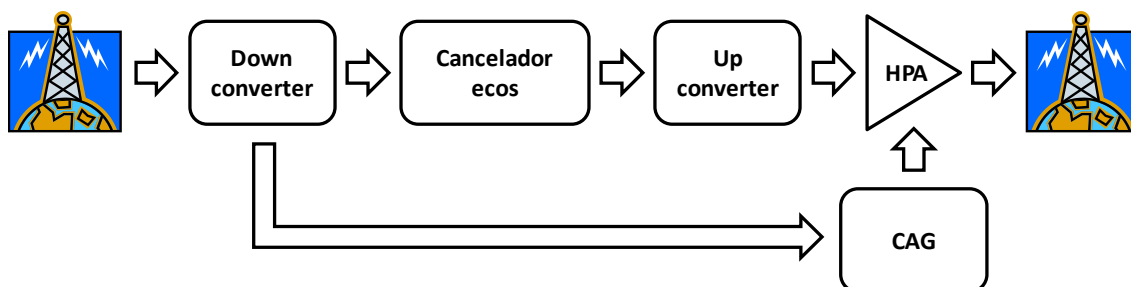


Figura 16 – Diagrama de bloques genérico de un gap-filler.

Debido a las particularidades de temporización en una red SFN (Single Frequency Network), los gap-fillers necesitan tiempos de retardo muy bajos de proceso que impidan la generación de interferencia en zonas de solape con otros centros.

Es habitual que la señal de entrada tenga ecos por reflexiones del símbolo principal, por lo que será importante para la calidad de la señal de salida la existencia de una buena cancelación de los mismos. Por lo general será necesario tratar ecos estáticos, como los producidos por montañas o edificios, y ecos dinámicos, como los producidos por aerogeneradores o vehículos en movimiento.

Capítulo 3 - Difusión por satélite

3.1 Introducción

En este capítulo comenzaremos por hacer un repaso de los conceptos básicos de la comunicación por satélite, desde el punto de vista de la difusión de servicios audiovisuales.

Aunque la generación de la trama de transporte es básicamente idéntica a la vista anteriormente para el sistema de TDT, relacionaremos las diferencias y los procesos necesarios hasta la subida al satélite.

Presentaremos también los servicios difundidos por RTVE a través de satélite a los cinco continentes y las características particulares de la transmisión en cada uno de los casos.

3.2 Conceptos básicos

En un sistema de difusión de televisión por satélite el objetivo es hacer llegar a los usuarios la programación de televisión a través de un elemento difusor único (satélite).

Básicamente, se pueden distinguir en el sistema las siguientes partes:

- Proveedor de contenido: se encarga de generar el contenido audiovisual de los programas de televisión y radio.

- Operador satelital: tiene como misión agrupar las señales de diferentes proveedores de contenido y enviarlas al satélite.
- Sistema de recepción: diseñado según las necesidades de la señal que queremos recibir, recoge la emisión del satélite y proporciona el contenido deseado al usuario.

Generalmente, cuando empleamos un satélite de comunicaciones, éste actúa como un simple repetidor (Figura 17). En primer lugar, la estación terrena transmite la señal hacia el satélite (“uplink”) en una determinada frecuencia. El satélite recibe la señal y la retransmite hacia la Tierra en otra frecuencia a través del enlace denominado “downlink”.

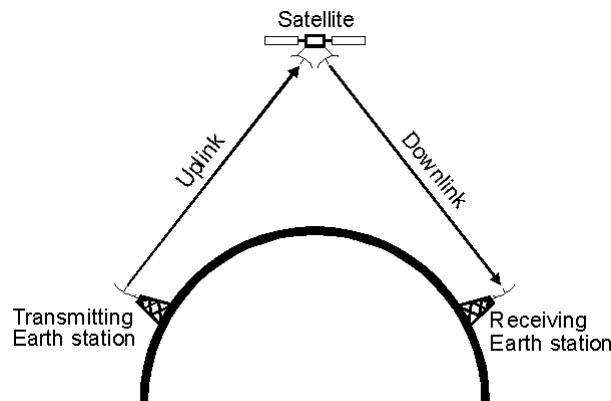


Figura 17 - Enlaces de subida (uplink) y bajada (downlink) en un enlace por satélite (Poole).

3.2.1 Órbita

Según la órbita seguida por un satélite de comunicaciones respecto a la tierra, tenemos tres tipos principales: LEO (Low Earth Orbit), MEO (Medium) y GEO (Geostationary). Cuanto mayor sea el radio de la órbita del satélite, mayor superficie terrestre podrá iluminar pero mayores serán el retardo y la atenuación de la señal transmitida.

En la Figura 18 se recoge una comparativa de los principales parámetros de los distintos satélites en función de su órbita.

Parámetro	LEO	MEO	GEO
Altura	500-1.500 km	5.000-24.000 km	35.800 km
Período orbital	10-40 minutos	2-8 horas	24 horas
Nº satélite teórico	40-80	8-20	3
Vida del satélite	Corta	Larga	Larga
Intercambios	Elevados	Bajos	Ninguno
Atenuación	Menor	Alta	Mayor
Latencia	3 - 10 ms	30 - 160 ms	240 ms

Figura 18 - Comparativa de satélites en función de su órbita.

Para difusión de televisión por satélite se emplea la órbita GEO o geoestacionaria. Las órbitas geoestacionarias son órbitas circulares orientadas en el plano del ecuador. En estos casos, el satélite parece inmóvil para un observador desde la tierra.

Su altura respecto a la superficie de la tierra es de 35.786 km y describen pequeñas órbitas en forma de ocho respecto a la posición orbital asignada. Dicha posición orbital se designa por la longitud del punto de la Tierra sobre el que se encuentra el satélite.

Desde la altura mencionada, el satélite tiene visibilidad de aproximadamente un tercio de la superficie terrestre, abarcando una latitud de 75° tanto hacia el norte como hacia el sur del ecuador, aunque sus antenas suelen proporcionar huellas de cobertura menores.

Tienen una latencia por propagación de aproximadamente 240 ms, puesto que la señal debe recorrer la distancia entre la tierra y el satélite, en el enlace ascendente, y el satélite y la tierra, en el enlace descendente.

Las posiciones de los satélites en esta órbita son asignadas por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). En ella conviven, entre otros, satélites para difusión de televisión y radio, servicios de datos y meteorología. En la Figura 19 se puede observar la distribución de la órbita geoestacionaria para satélites comerciales de comunicaciones, donde se aprecia como las posiciones cercanas a los países más industrializados son las más ocupadas.

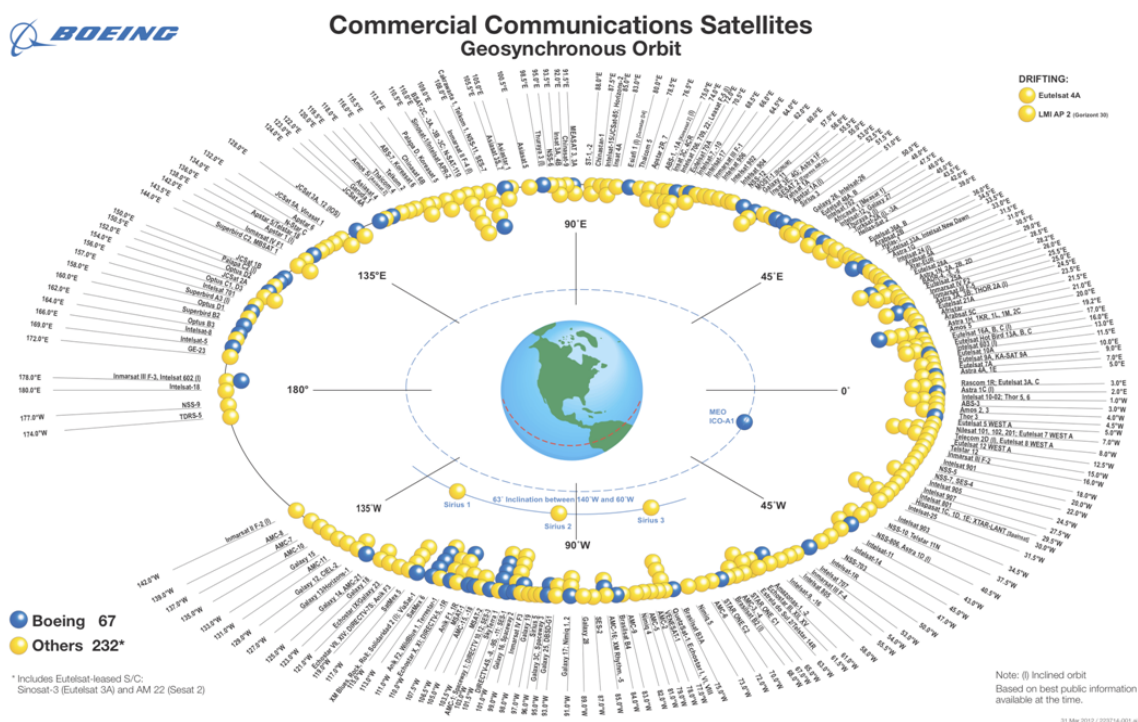


Figura 19 - Satélites comerciales de comunicaciones en órbita GEO (Skinner).

3.2.2 Segmento espacio

Evidentemente, el segmento espacio está formado por el satélite o satélites que forman parte de la red empleada.

En el caso de los satélites GEO, el apuntamiento de la antena terrestre es estático, y no necesita ser modificado.

Hablando del satélite podemos distinguir los siguientes subsistemas:

- Motores: empleados para llevar al satélite desde la Tierra hasta la posición adecuada.
- Sistema de posicionamiento: se emplea para controlar y corregir, mediante pequeños motores, la posición del satélite y su órbita una vez que se encuentra en su posición orbital definitiva.
- Sistema de energía: proporciona la energía necesaria mediante placas solares, cuando tiene luz del sol, y baterías, cuando el satélite se encuentra en oscuridad.
- Sistema de mando y control: encargado de mantener las comunicaciones con la estación de control en tierra, encargado de verificar el estado del satélite y su funcionalidad. Cuando el satélite termina su vida, se encarga de posicionar el satélite en una órbita diferente o de enviarlo al espacio exterior.
- Sistema de comunicaciones: formado por las antenas, los transponedores o transpondedores y los elementos de conmutación.

Los transponedores son la parte fundamental en el servicio de comunicaciones del satélite (Figura 20), actúan como:

- Receptor: generalmente están compuestos por un filtro, que garantice que las frecuencias no deseadas se eliminan, y un amplificador de bajo ruido (LNA – Low Noise Amplifier).
- Variador de frecuencia: mediante mezcla con oscilador local.
- Transmisor: amplificador de alta potencia convenientemente filtrado para evitar las frecuencias fuera de la banda de trabajo asignada.

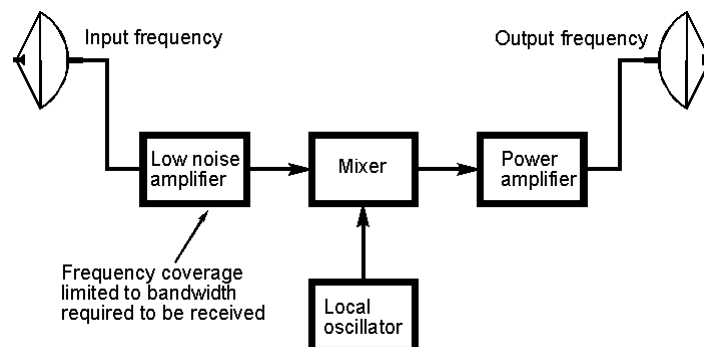


Figura 20 – Diagrama de bloques de un transponedor básico (Poole).

Por lo general, un satélite puede tener entre 20 y 80 transponedores, con anchos de banda que pueden ir desde los 30 MHz hasta los cientos de MHz.

Principalmente se usan tres bandas de frecuencia: C, Ku y Ka (Figura 21).

Banda	Uplink (GHz)	Downlink (GHz)
C	5,925 - 6,425	3,7 - 4,2
Ku	14,0 - 14,5	11,7 - 12,2
Ka	27,5 - 30,5	17,7 - 21,7

Figura 21 - Bandas de frecuencias más empleadas en satélite

La banda C requiere de antenas más grandes (longitud de onda mayor). La banda Ku es la más empleada a nivel mundial, y la banda Ka permite trabajar con antenas más pequeñas, aunque presenta una atenuación por propagación mayor que las otras dos.

Puesto que la atenuación se incrementa con la frecuencia, se asigna la frecuencia mayor para el enlace ascendente, ya que generalmente se realiza por un proveedor de servicio que dispone de antenas de mayor tamaño, y por tanto es capaz de generar potencias mayores de señal en Tierra. Ello permitirá simplificar el equipamiento de recepción de los usuarios al poder trabajar en frecuencias menores y por tanto con mayor nivel de señal.

Para cada satélite tendremos un plan de frecuencias para los enlaces ascendentes y para los descendentes. En él se reflejan cuales son las frecuencias centrales de los transponedores, su ancho de banda y su polarización. En la Figura 22 se muestra, a modo de ejemplo, un extracto del plan de frecuencias del satélite comercial Hispasat 1E.

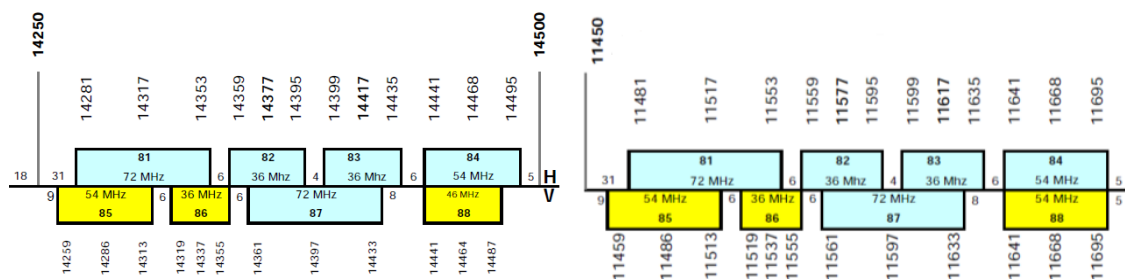


Figura 22 - Extracto del plan de frecuencias para Hispasat 1E: subidas (izda.) y bajadas (dcha.) (hispamar, 2002).

Aunque es posible emplear diferentes señales, con portadoras y/o modulaciones distintas, en un mismo transponedor, para optimizar la carga útil de información es preferible emplear una sola señal que ocupe todo el ancho disponible, de forma que la potencia admitida por el transponedor pueda llegar a los valores máximos permitidos.

3.2.3 Segmento tierra

Respecto al segmento tierra, la arquitectura empleada para la difusión de televisión es punto a multipunto, es decir, la señal se transmite desde un único punto y se recibe de forma simultánea por todos los usuarios del sistema.

El telepuerto es la estación terrena que realiza la comunicación principal en el enlace satelital. Suele constar de antenas parabólicas de varios metros de radio, transmisores, sistemas de control y sistemas de alimentación auxiliar.

El centro de control de operaciones del satélite es el encargado de controlar todas las comunicaciones de un satélite, supervisando de forma continua los parámetros de las señales recibidas y transmitidas por el satélite y cualquier elemento que pueda afectar a la comunicación.

En cuanto al equipamiento necesario en las instalaciones de los usuarios, sólo se requiere:

- Equipamiento exterior: antena parabólica con dimensiones que pueden variar desde los 60 cm hasta los 2 m en función de la aplicación y el receptor de señal (LNB – Low Noise Block).
- Receptor: encargado de decodificar la señal de datos del enlace satelital y presentar la señal audiovisual al usuario.

3.2.4 Estándares

Existen diversos estándares para establecer redes satelitales para transmisión de datos que se centran en los aspectos de gestión y establecimiento del segmento satelital.

Los más usados son los estándares técnicos creados por el consorcio DVB y publicados por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Actualmente en Europa se emplean los estándares DVB-S (Satellite) y su evolución DVB-S2.

El sistema original DVB-S especificaba el uso de la modulación QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) además de varias herramientas para la codificación de canal y la corrección de errores. Con la irrupción de DVB-DSNG (Digital Satellite News Gathering) se introdujeron mejoras adicionales, como las modulaciones 8PSK (Phase-Shift Keying) y 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

En el más actual DVB-S2 se introdujeron mejoras en los modos disponibles de modulación. Las modulaciones QPSK y 8PSK se dirigen a aplicaciones de radiodifusión en transpondedores que trabajan próximos a saturación. También se cuenta con las modulaciones 16APSK (Amplitude and Phase-Shift Keying) y 32APSK para aplicaciones profesionales como el envío de noticias y servicios interactivos, y como las redes de datos, ya que requieren mayores niveles de C/N (Carrier-to-Noise Ratio).

El estándar DVB-S2 también recoge un potente esquema de corrección de errores FEC (Forward Error Correction), que permite obtener un alto rendimiento incluso en canales con altos niveles de ruido o interferencias. El sistema se basa en una concatenación de códigos BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) con codificación interna LDPC (Low Density Parity Check).

El estándar también permite emplear modulación adaptativa ACM (Adaptive Coding and Modulation) que posibilita cambiar los parámetros de transmisión en cada cuadro de información, en función de las condiciones específicas de recepción para cada usuario en particular, lo que ofrece una interesante aplicación en el establecimiento de redes de comunicaciones.

3.3 Creación de la trama de transporte

La creación de la trama que queremos hacer llegar a los usuarios es un proceso casi idéntico al visto anteriormente para la creación de un multiplex de TDT, si excluimos los elementos requeridos para la transmisión en redes isofrecuencia. En el caso de RTVE, es la propia corporación la encargada de codificar los servicios de televisión y radio que se difunden a través de satélite a los diferentes continentes.

En función del continente al que van destinadas las emisiones se codifican un número diferente de servicios de televisión y radio, además de emplear diferentes formatos y codificaciones.

La principal oferta es el canal TVE Internacional, que incluye generalmente programas de producción propia de RTVE y que adapta sus horarios de emisión atendiendo a las diferentes zonas horarias donde se difunde: Europa, África y Asia. En el caso de América se generan dos programas diferentes (TVE América 1 y TVE América 2) cuya programación varía atendiendo a la diferencia horaria entre las costas este y oeste del continente.

El canal informativo 24 horas se emite para Europa y América, mientras que los programas de radio incluidos para cada continente varían significativamente (ver Tabla 1).

Tabla 1 – Servicios de radio difundidos por continente (RTVE, 2014).

EUROPA / EUROPE	AMÉRICA		ÁFRICA	ASIA & OCEANÍA
	SALVO NOROESTE EXCEPT NW	SOLO NOROESTE NW ONLY		
RNE RADIO 1 RNE RADIO 3 RNE RADIO 4 RNE RADIO 5 RNE RADIO CLASICA RNE RADIO EXTERIOR	RNE RADIO 1 RNE RADIO 3 RNE RADIO 5 RNE RADIO CLASICA RNE RADIO EXTERIOR	RNE RADIO 1 RNE RADIO 3 RNE RADIO 5 RNE RADIO CLASICA RNE RADIO EXTERIOR	RNE RADIO 1 RNE RADIO EXTERIOR	RNE RADIO EXTERIOR

3.4 Red de transporte

Una vez que las diferentes tramas de transporte para cada continente se generan en las cabeceras de codificación y multiplexado, es necesario hacerlas llegar hasta el operador de satélite que se encarga de realizar el enlace ascendente para cada destino.

Dichos operadores pueden o no coincidir, pudiéndose realizar con diferentes compañías y desde diversas localizaciones en función del satélite (Luxemburgo, Madrid, Miami, etc.).

Ya sea para transportarla a unos pocos kilómetros o a miles, siempre será necesario contar con una vía de transporte redundada hasta el telepuerto que permita mantener la subida al satélite en caso de fallo del circuito de datos por el que se esté realizando la contribución del programa.

En función de la ocupación del transponedor en el que se haga la difusión, la señal generada por RTVE será multiplexada con los servicios de otros proveedores de contenido hasta completar la capacidad total del mismo, por lo que será necesario prestar especial atención para asegurar que estos procesos no degraden la calidad de la trama entregada al proveedor.

3.5 Difusión

Para la difusión en los diferentes continentes se emplean distintos satélites que optimizan la cobertura sobre la zona determinada como objetivo. A continuación se detallan los parámetros de cada una de ellas (RTVE, 2014).

3.5.1 África

- Satélite: Eutelsat 5 west A.
- Operador: Eutelsat.
- Posición orbital: 5° oeste.
- Transponedor: C7.
- Banda de difusión: C.
- Frecuencia de bajada: 3.727 MHz.
- Polarización: circular derecha.
- Norma de transmisión: MPEG-2/DVB-S.
- Velocidad de símbolos: 29,95 MBd.
- Tipo de modulación: QPSK.

- FEC: 7/8.
- Roll off: 30%.
- Velocidad de Información (efectiva): 4,5 Mbit/s.
- Nombre del Proveedor: TSA.

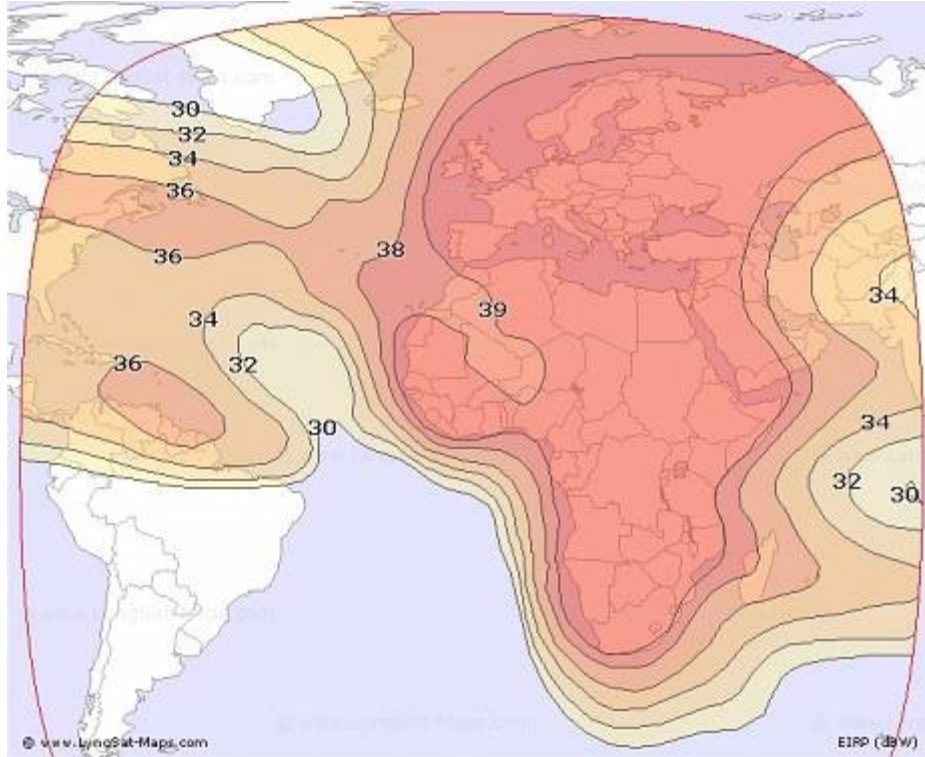


Figura 23 – Huella del satélite Eutelsat 5 west A (RTVE, 2014).

En la Figura 23 se observa como la huella del satélite escogido para la difusión en África presenta, de forma especial, una cobertura homogénea en la casi totalidad del continente africano. Al tratarse de una emisión en abierto, se cumple el objetivo de que cualquier espectador con una antena parabólica de tamaño estándar pueda recibir correctamente la emisión.

3.5.2 América

En el caso de la difusión para América, se trata de emisiones cifradas. La emisión no se realiza en abierto porque el objetivo de la misma no es el espectador final si no los operadores de cable. Estos operadores incluyen la programación elegida de RTVE en su oferta de canales de televisión a cambio de una cantidad de dinero que habitualmente varía en función de los clientes finales que posea el operador.

Mediante receptores equipados con módulos de acceso condicional, RTVE puede controlar qué operadores tienen acceso a las señales de forma individual, y lo que es más importante, puede interrumpir la correcta recepción para aquellos clientes que no cumplan con sus obligaciones de pago.

Dada la dificultad de cubrir todo el continente americano con la difusión a través de un solo satélite, RTVE emplea dos posiciones orbitales. Como se puede observar en la Figura 24 y en la Figura 25, el satélite Galaxy 23 centra su cobertura en Norteamérica mientras que Hispasat 1E centra sus focos en América del Sur y la costa Este americana, con mayor densidad de población hispano hablante.

3.5.2.1 Noroeste de América

- Satélite: Galaxy 23.
- Operador: Galaxy.
- Posición orbital: 121° oeste.
- Transponedor: 24.
- Banda de difusión: C.
- Frecuencia de bajada: 4.191,35 MHz.
- Polarización: vertical.
- Norma de transmisión: MPEG-2/DVB-S.
- Velocidad de símbolos: 11,068 MBd.
- Tipo de modulación: QPSK.
- FEC: 5/6.
- Roll off: 30%.
- Velocidad de Información (efectiva): 17 Mbit/s.



Figura 24 – Huella de cobertura del satélite Galaxy 23 (Intelsat).

3.5.2.2 Resto de América

- Satélite: Hispasat 1E.
- Operador: Hispasat.
- Posición orbital: 30° Oeste.
- Transponedor: 133.
- Banda de difusión: Ku.

- Frecuencia de bajada: 12.052 MHz.
- Polarización: vertical.
- Norma de transmisión: MPEG-2/DVB-S.
- Velocidad de símbolos: 27,5 MBd.
- Tipo de modulación: QPSK.
- FEC: 3/4.
- Roll off: 30%.
- Velocidad de Información (efectiva): 17 Mbit/s.

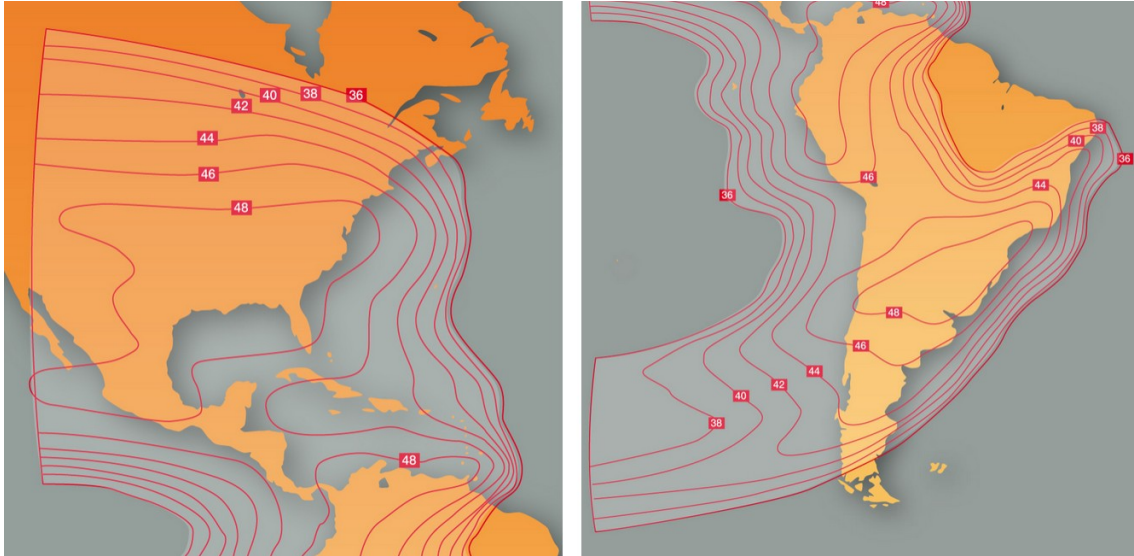


Figura 25 – Huella de cobertura del satélite Hispasat 1E en América ((Hispasat, 2015).

3.5.3 Asia y Oceanía

- Satélite: Asiasat 5.
- Operador: Asiasat.
- Posición orbital: 100,5° este.
- Transponedor: C10H.
- Banda de difusión: C.
- Frecuencia de bajada: 4.000 MHz
- Polarización: horizontal.
- Norma de transmisión: MPEG-2 / DVB-S.
- Velocidad de símbolos: 28,125 MBd.
- Tipo de modulación: QPSK.
- FEC: 3/4.
- Roll off: 35%.
- Velocidad de información (efectiva): 4,5 Mbit/s.
- Nombre del proveedor: OVERON.

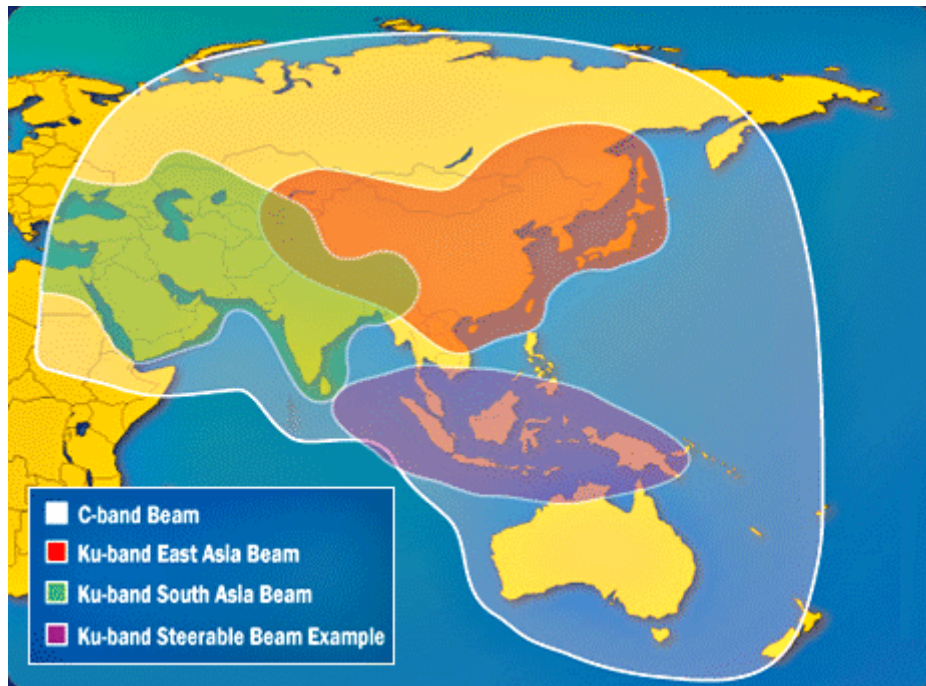


Figura 26 – Huella del satélite Asiasat 5 (RTVE, 2014).

Se puede comprobar en la Figura 26 como las emisiones en banda C del satélite empleado son las únicas que proporcionan cobertura adecuada tanto en el continente de Asia como en el de Oceanía, permitiendo por tanto la correcta recepción para todos los usuarios de la señal difundida en abierto.

3.5.4 Europa

- Satélite: ASTRA 1M.
- Operador: SES –ASTRA.
- Posición orbital: 19,2° Este.
- Transponedor: 28.
- Banda de difusión: Ku.
- Frecuencia de bajada: 11.626,50 MHz.
- Polarización: Vertical.
- Norma de transmisión: MPEG-2/ DVB-S.
- Velocidad de símbolos: 22 MBd.
- Tipo de modulación: QPSK.
- FEC: 5/6.
- Roll Off (Estimado): 35%.
- Velocidad de información: 9 Mb/s.

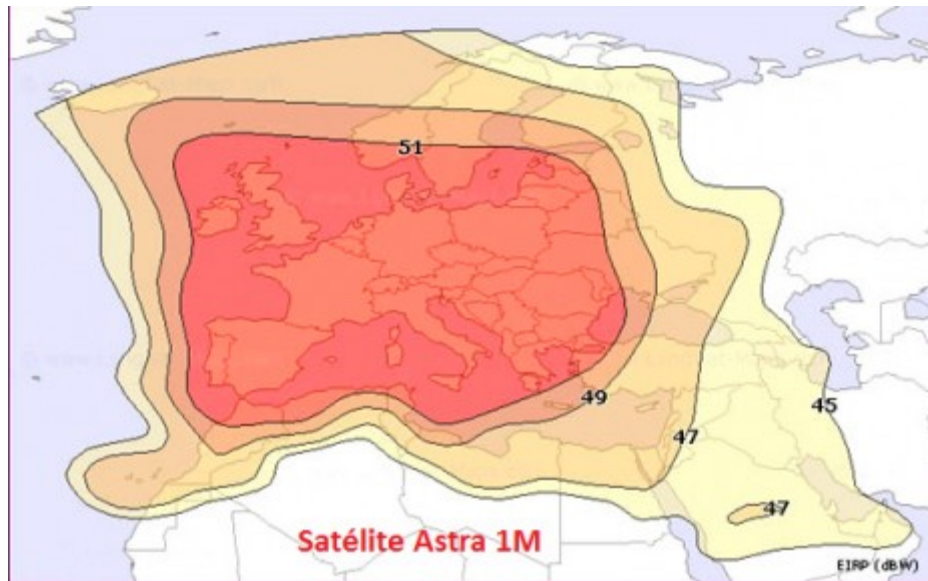


Figura 27 – Huella del satélite Astra 1M (RTVE, 2014).

El satélite Astra 1M tiene su área geográfica objetivo en Europa Central (ver Figura 27), aunque los valores apropiados para tener buena recepción con antenas de tamaño medio (unos 80 cm) llegan hasta las Islas Británicas, Europa del Este y norte de África entre otras zonas.

Capítulo 4 - Necesidades de supervisión

4.1 Introducción

En este capítulo expondremos los motivos que justifican una supervisión de emisiones en la parte de recepción de las mismas.

Describiremos los principales parámetros de radiofrecuencia que las sondas del sistema deben registrar para permitir determinar el estado del servicio, tanto instantáneamente como históricamente.

Haremos un repaso de la información de la trama que debe ser comprobada si queremos detectar anomalías que puedan provocar fallos en los distintos servicios difundidos, como pérdida de los mismos, de sus componentes o de información asociada (como guía de programas, nombres de los servicios, etc.).

Por último destacaremos las particularidades que tiene la difusión por satélite y que será necesario tener presentes a la hora de diseñar el sistema de supervisión.

4.2 Supervisión de señal en recepción

La difusión de las señales de TDT en España se realiza habitualmente por operadores de red con reconocido prestigio, ya sea en el ámbito nacional como Abertis Telecom, o en

el ámbito autonómico como Itelazpi (País Vasco), Retegal (Galicia) o AST (Aragón) entre otros.

Por lo general, los operadores de estas redes de difusión cuentan con complejos y sofisticados sistemas de gestión y supervisión de todo el equipamiento que compone las redes de distribución y difusión. Mediante centros de control altamente equipados y con personal cualificado, se realiza tanto el seguimiento como la gestión de los sistemas que integran el servicio y sus redundancias de forma remota.

A pesar del elevado nivel de gestión de toda la red, los operadores no suelen disponer de un seguimiento del servicio radiado tal y como los espectadores lo reciben, siendo su último punto de control el sondeo de la salida de los transmisores. En estos puntos se podrán detectar alteraciones en la potencia de salida o fallos en el sistema radiante que provoquen un elevado valor de ROE (Relación de Onda Estacionaria).

Aún así, existen ciertos tipos de fallos en los centros emisores que no son fácilmente detectables o cuantificables salvo por la evaluación de la señal mediante una antena receptora y un sistema de recepción de TDT.

Entre otros podemos citar:

- Variación del diagrama de radiación por desajuste de fase de los elementos radiantes.
- Autointerferencia de la red por problemas de sincronización de algún centro emisor.
- Afectación a los usuarios por maniobras de conmutación de elementos redundantes.

Efectuar una supervisión de la recepción de los servicios en diferentes puntos geográficos permite realizar un seguimiento con las mismas condiciones que los usuarios. La elección de los puntos de recepción que integren el sistema deberá permitir no sólo controlar el estado de los principales centros emisores que proporcionan cobertura a un elevado número de habitantes, sino también los diferentes múltiplex que se generan en función de la Comunidad Autónoma y del equipamiento común por el que pasan en los diferentes procesos de creación del múltiplex y su transporte hasta la difusión.

4.3 Parámetros de radiofrecuencia

4.3.1 Nivel de señal

El nivel de señal se obtiene a través de la medida de la potencia deseada en la entrada del receptor. El valor dependerá por tanto de los siguientes factores:

- Potencia del transmisor.
- Ganancia de la antena transmisora en la dirección del receptor.
- Pérdidas en espacio libre.
- Ganancia de la antena receptora, ya que suponemos que estará correctamente orientada hacia el centro emisor.
- Pérdidas en la instalación de distribución interna.

Los tres primeros parámetros no se pueden variar en un determinado punto de recepción, por lo que teniendo en cuenta las recomendaciones (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009), el criterio de cobertura que aplicaremos será que la intensidad de campo en el punto de recepción sea de al menos 56 dB μ V/m.

Ya hemos visto que el nivel de señal disponible en el receptor puede variar de forma importante por diversos factores. De este modo, y una vez que se compruebe que el nivel habitual disponible es suficiente, lo indicado será realizar una monitorización de variación respecto a este valor nominal de recepción.

Cualquier reducción importante del nivel de señal puede ocasionar problemas en las instalaciones de recepción, por ello, definiremos una desviación respecto del nivel nominal de señal a partir de la cual nuestro sistema de supervisión generará aviso de disminución de potencia.

El sistema deberá indicar de forma especial cuando no detecte presencia de señal en la frecuencia de recepción configurada.

Es habitual en los medidores de campo encontrar como una medida de “Potencia” de señal el valor de la tensión que entrega la antena expresado en dB μ V ((PROMAX, 2013). Ambas magnitudes se relacionan fácilmente a través de la impedancia de carga (50 Ω) por lo que en el sistema se utilizará de igual forma el término de potencia para referirnos a la señal que llega al dispositivo de supervisión desde la antena.

4.3.2 BER

Especialmente en el caso de modulaciones digitales, la medida del nivel de señal en recepción no es una medida suficiente para evaluar su calidad. Existen varios factores que pueden hacer que la señal no sea correctamente demodulada a pesar de tener suficiente nivel:

- Ruido impulsivo: señales interferentes provocadas por elementos eléctricos empleados en el hogar, como por ejemplo batidoras, hornos microondas o cualquier otro elemento de elevada potencia.
- Emisiones en canal adyacente: los amplificadores que se usan en las instalaciones de antena colectiva en las comunidades de vecinos tienen una cierta pendiente en la caída de su amplificación fuera del canal deseado. Esto

hace que si existe suficiente señal, una emisión del canal adyacente pueda verse amplificada para que llegue con calidad suficiente para una correcta demodulación en los hogares. Por ello, es bastante habitual que las emisiones de multiplex sin concesión legal busquen situarse por encima o por debajo de las emisiones de las concesionarias de TDT y aprovechar este efecto. Puesto que las emisiones no legales suelen emitir desde centros distintos a los empleados para las emisiones legales, se puede provocar que las primeras tengan incluso mayor nivel que las segundas en ciertas zonas de recepción. Si no se respeta adecuadamente la separación entre canales, se podrían ocasionar interferencias sobre las emisiones legales, bien por solape entre portadoras o bien por los efectos no lineales de los amplificadores empleados en recepción.

- Interferencias de banda estrecha: ciertas emisiones de radio o de micrófonos inalámbricos han venido operando habitualmente en espacios o canales no usados con anterioridad, por lo que su puesta en funcionamiento podría interferir una parte de las portadoras empleadas en la modulación.
- Señales fuera de intervalo de guarda: un desajuste en la sincronización entre los emisores de una red SFN o una inadecuada planificación radioeléctrica de las zonas geográficas de emisión, puede provocar que dos símbolos distintos, procedentes de diferentes emisores lleguen al receptor dentro del mismo período de símbolo, fuera del intervalo de guarda, lo que provoca una degradación en la señal y la imposibilidad de realizar una correcta demodulación.
- Recepción desde dos centros con potencia similar: la llegada al receptor de dos señales con nivel de señal similar, aún sin provocar una interferencia teórica, puede ocasionar problemas en el receptor en cuanto a la selección de sincronización del tiempo de símbolo, que provocaría reajustes continuos que no permitirían la correcta demodulación.

Puesto que se trata de una modulación digital, el parámetro fundamental para garantizar una buena recepción de la trama original será la tasa de error de bit (BER - Bit Error Rate). Puesto que la trama tiene una codificación Reed-Solomon (RS), una salida QEF (Quasi Error Free) con $BER < 10^{-11}$ requiere a la entrada del decodificador RS una señal de BER menor de $2 \cdot 10^{-4}$ (ETSI, 2014).

La señal DVB-T, con modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), posee un código convolucional seleccionable. Tendremos por tanto un valor de BER en la señal antes del decodificador Viterbi y otro a su salida. El valor de BER a la salida del decodificador de Viterbi será el que tendremos antes del decodificador Reed-Solomon y es indicativo de la calidad de la señal.

Los valores habituales para el BER después de Viterbi en condiciones de buena recepción estarán por debajo de 10^{-6} . Siguiendo las recomendaciones, fijaremos un valor mínimo para disparar una alarma por nivel de BER de $2 \cdot 10^{-4}$.

El problema de este parámetro es que sufre una degradación brusca cuando aparecen problemas en la señal, haciendo fácil emplearlo para detectar un corte en la correcta recepción, pero poco útil para apreciar una cierta degradación en la señal aunque la recepción siga siendo buena.

4.3.3 MER (Modulation Error Ratio)

Según lo que hemos visto hasta ahora, ninguno de los parámetros anteriores ofrece información global que permita conocer la calidad de la señal y el margen que ésta pueda tener a la hora de soportar la degradación adicional por la distribución en una ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones).

En principio, la medida de C/N podría ser suficiente, ya que las diferentes normas especifican para cada configuración del sistema DVB-T los valores necesarios de C/N en función del modelo de canal que mejor se ajusta a la evaluación (ETSI, 2011).

Si suponemos el caso de que tengamos señal de otro centro emisor que nos llegue fuera del intervalo de guarda, la medida de C/N puede ser válida, pero la recepción podría ser defectuosa.

Para disponer de un parámetro que nos informe de la calidad de la señal DVB-T disponemos de la medida de MER, que nos indicará además el margen que tenemos para el sistema de distribución de señal.

De forma más exacta, el valor de MER nos indica la calidad de la constelación de la modulación empleada en nuestro sistema de transmisión. Representa la relación entre la desviación de cada símbolo respecto al valor medio de dicho símbolo en la señal recibida (ETSI, 2014):

$$MER = 10 \cdot \log \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\} dB$$

Según la normativa actual, el valor mínimo necesario en toma de antena de usuario para la señal DVB-T es de 23 dB (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2011), aunque en la práctica este nivel de señal podría ser un poco justo si el receptor de TDT no es de buena calidad.

Hay que tener en cuenta que pueden existir casos en los que se compruebe que existe un buen nivel de MER pero en el que se detecten problemas en la señal recibida. Estos errores pueden ser intermitentes y podremos detectarlos en la medida de BER, ya que pueden quedar integrados en la medida de MER, que se realiza integrando un número determinado de símbolos.

4.3.4 Histéresis del sistema

La experiencia ha demostrado que, en numerosos casos, los parámetros de recepción de la señal que se monitorizan pueden oscilar respecto al nivel de disparo de alarma. Por enumerar algunas de las causas: problemas en las etapas de potencia, conmutaciones por protección de los transmisores, intermitencia de señales interferentes, etc.

Por ello, y para evitar que un único problema genere numerosos avisos o incidencias asociadas, es muy útil poder definir una histéresis en la activación y desactivación de una alarma (Figura 28). Según este criterio, el nivel de activación de la alarma es distinto del nivel de desactivación, lo que simplificará la operación del sistema.

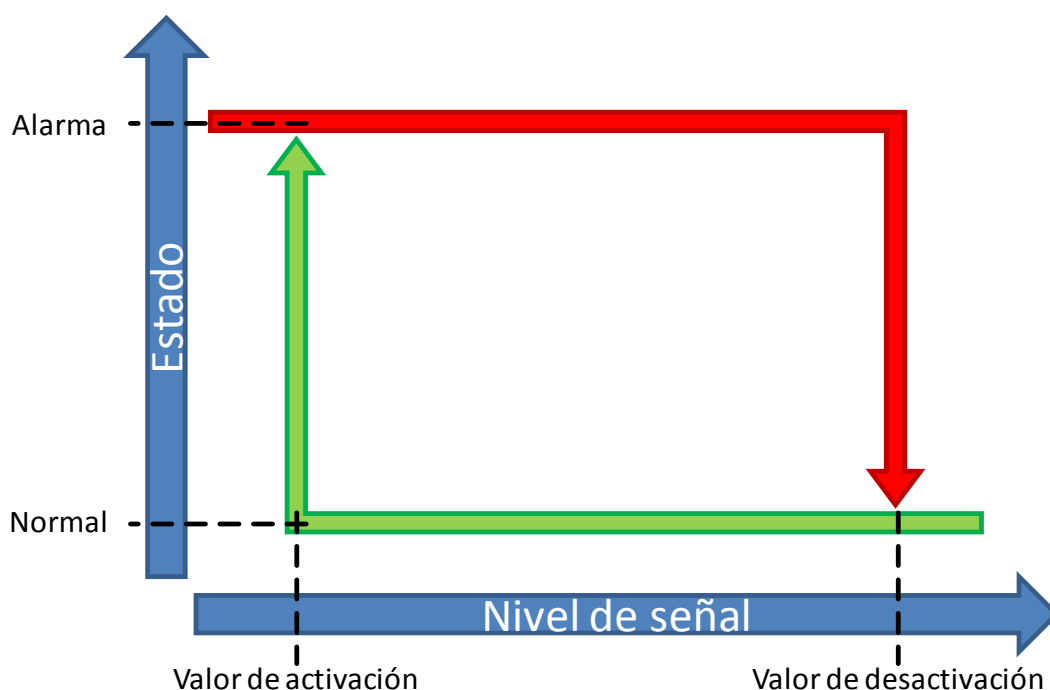


Figura 28 – Ciclo de histéresis para el estado de alarma de un parámetro.

4.4 Parámetros del flujo de transporte

4.4.1 Flujos elementales

La norma ETSI TR 101 290 para medidas en señales DVB (ETSI, 2014) especifica las técnicas de medida aplicables a una señal DVB-T y la trama de transporte que incluye, de forma que se puedan obtener valores coherentes entre diferentes sistemas de medida. Las medidas sobre el contenido de la trama deberían de observarse en la creación de los multiplex, es decir, en cabecera, para garantizar que los receptores dispondrán de todos los datos necesarios en los tiempos establecidos por las normas.

En cualquier caso, puesto que nuestro sistema comprobará el estado de las señales en recepción, carece de sentido realizar muchas de estas medidas en diversos puntos de recepción de forma simultánea. Como ya comentamos en puntos anteriores, una simple conmutación entre las redundancias de la cabecera activaría toda una serie de alarmas por incumplir numerosos requisitos en la señal.

Será conveniente contar con indicadores de errores de continuidad (CC – Continuity Counter) para cada PID que definamos en cada punto de recepción, lo que indicará la pérdida de algún paquete. El sistema no disparará ninguna alarma pero mantendrá un contador de errores de continuidad para cada PID y guardará información en un fichero que registrará los momentos en que se producen dichos errores por si fuera necesario un análisis más detallado del problema.

Con el objeto de poder realizar un seguimiento más cómodo de ciertos problemas, se dispondrá también de la opción de reiniciar el contador de errores para un determinado multiplex, y el sistema guardará el instante en que dicho contador se puso a cero (Figura 29).

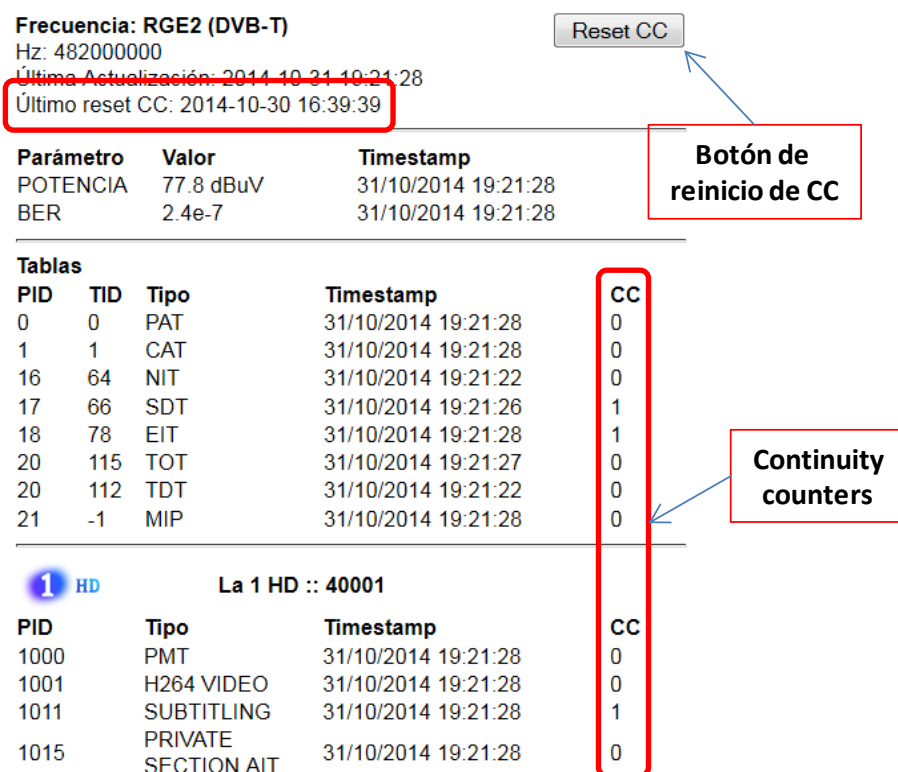


Figura 29 – Información de errores de continuidad por PID para un determinado multiplex.

Por ejemplo, en el caso de que tuviéramos una conmutación entre codificadores de un determinado servicio de televisión, podríamos comprobar que sólo los PIDs de dicho servicio muestran errores de continuidad, mientras que si tuviéramos una conmutación de generador de información de servicio observaríamos que sólo diversas tablas mostrarían el contador de error con un valor mayor que cero.

En la Figura 30 se detalla la información de “log” registrada en una sonda que detecta errores de continuidad en ciertos valores de PID. A las 06:06 se detecta un fallo en tres componentes del mismo múltiplex (RGE1), todos ellos correspondientes a subtítulos DVB. A las 06:10 se registran fallos en componentes de subtítulos DVB del otro múltiplex (RGE2).

Fecha	Hora	Channel 5 - RGE2_Stream: Running
31/10/2014	06:14:49	Channel 2 - RGE1_Stream: Running
31/10/2014	06:11:07	Encoder is Alive. Uptime: 9 days, 21:13
31/10/2014	06:10:35	Frequency 482000000. Discontinuity received 0x0 instead of 0x8 (pid=1011)
31/10/2014	06:10:35	Frequency 482000000. Discontinuity received 0x0 instead of 0x0 (pid=2011)
31/10/2014	06:10:35	Frequency 482000000. Discontinuity received 0x0 instead of 0x9 (pid=4011)
31/10/2014	06:10:35	Frequency 482000000. Discontinuity received 0x4 instead of 0xe (pid=3015)
31/10/2014	06:09:50	Channel 5 - RGE2_Record: Running
31/10/2014	06:09:49	Channel 4 - RGE1_Record: Running
31/10/2014	06:09:49	Channel 6 - RGE1_Monitor: Running
31/10/2014	06:09:49	Channel 7 - RGE2_Monitor: Running
31/10/2014	06:09:48	Channel 3 - RGE2_Stream: Running
31/10/2014	06:09:48	Channel 2 - RGE1_Stream: Running
31/10/2014	06:06:55	Frequency 770000000. Discontinuity received 0x0 instead of 0x2 (pid=311)
31/10/2014	06:06:54	Frequency 770000000. Discontinuity received 0x2 instead of 0x4 (pid=1011)
31/10/2014	06:06:36	Frequency 770000000. Discontinuity received 0x3 instead of 0x2 (pid=1511)
31/10/2014	06:04:49	Channel 5 - RGE2_Record: Running

Figura 30 – Información de “log” de errores de continuidad registrados en una sonda.

A la vista de toda esta información, la causa más probable de los errores de continuidad es un reinicio de los equipos generadores de subtítulos DVB dentro una tarea de mantenimiento periódico. Esta maniobra provoca una conmutación entre los equipos principal y redundante, y el consiguiente fallo en el CC de los componentes afectados.

Para cada uno de los flujos elementales o PIDs también deberemos de disponer de un aviso cuando no se reciba ningún paquete en un período determinado. Para cada PID, en función del contenido que lleva, las condiciones de aviso pueden ser muy diferentes.

En el caso de un componente de vídeo o de audio el tiempo de disparo deberá de ser bajo, ya que una pequeña pérdida se traduce en defectos en la imagen o ruido en el audio.

En el caso de otros PIDs, como los que llevan las tablas de información horaria, su emisión se suele producir cada 30 segundos, por lo que será conveniente contar con parámetros de tiempo de disparo genéricos en función del tipo de información que cada PID transporte.

4.4.2 Tablas

Para las tablas de información de servicio, será necesario realizar diferentes comprobaciones en función de su propósito.

Hay tablas que se definen por tener un valor de PID fijo y en la información contenida valores fijos como por ejemplo el identificador de tabla (table_id).

Nos centraremos en las tablas obligatorias según la norma y en aquellas necesarias para que los servicios difundidos funcionen en el receptor correctamente y con todas las opciones que los servicios permiten.

4.4.2.1 PAT (Program Allocation Table)

Esta tabla es fundamental para el receptor ya que es la que contiene la información de los servicios presentes en la trama e indica el PID donde buscar la información de su respectivo contenido (PMT - Program Map Table).

Será necesario comprobar que la tabla está disponible en la trama y que su contenido (Tabla 2) incluye todas las tablas PMT que definamos en el multiplex.

Tabla 2 – Contenido de la PAT para el multiplex RGE1 de Madrid.

```
PAT
table_id: 0x00
version_number: 20
Transport_stream_id: 1012
Programs
Program 00530: PMT_PID: 0100
Program 00531: PMT_PID: 0200
Program 00532: PMT_PID: 1000
Program 00533: PMT_PID: 1500
Program 00534: PMT_PID: 0300
Program 00535: PMT_PID: 2000
Program 00536: PMT_PID: 2030
Program 00537: PMT_PID: 2010
```

4.4.2.2 PMT

Existirá una tabla PMT con PID diferente para cada uno de los servicios que se incluyan en el multiplex que contiene la información de los componentes disponibles en cada servicio.

En el caso de un servicio de televisión, típicamente indicará el valor de PID para el vídeo, los PIDs de los audios disponibles, para subtítulos, teletexto, servicios interactivos o cualquier otro componente asociado al servicio (Tabla 3).

Tabla 3 – Contenido de la PMT del servicio “La 1” del multiplex RGE1 de Madrid.

```
PMT - Program 00530 - La 1
PID: 0100
table_id: 0x02
section_syntax_indicator: 1
b_null: 0
section_length: 127
program_number: 530
version_number: 16
current_next_indicator: 1
```

```

last_section_number: 0
PCR_PID: 0101
No descriptors
Element PID: 0101 (Video MPEG-2)
  stream_type: 2 (Video MPEG-2)
  elementary_PID: 0101
  ES_info_length: 5
  descriptors
    video_stream_descriptor (0x02)
      multiple_frame_rate_flag: 0
      frame_rate_code: 3 (25 fps [PAL])
      MPEG_1_only_flag: 0
      constrained_parameter_flag: 1
      still_picture_flag: 0
      escape_bit: 0
      profile_id: 4 (Main)
      level_id: 8 (Main)
      chroma_format: 1 (4:2:0)
      frame_rate_extension_flag: 0
      reserved: 31
Element PID: 0102 (Private PES)
  stream_type: 6 (Private PES)
  elementary_PID: 0102
  ES_info_length: 17
  descriptors
    teletext_descriptor (0x56)
      Language: spa (Spanish; Castilian)
      Type: initial teletext page
      Magazine: 1
      Page: 00
      StartPage: 100
      Language: spa (Spanish; Castilian)
      Type: teletext subtitle page
      Magazine: 0
      Page: 88
      StartPage: 888
      Language: eng (English)
      Type: teletext subtitle page
      Magazine: 0
      Page: 89
      StartPage: 889
Element PID: 0103 (Audio MPEG-1)
  stream_type: 3 (Audio MPEG-1)
  elementary_PID: 0103
  ES_info_length: 9
  descriptors
    audio_stream_descriptor (0x03)
      free_format_flag: 0
      ID: 1
      layer: 2
      variable_rate_audio_indicator: 0
      reserved: 7
    ISO_639_language_descriptor (0x0A)
      Language: spa (Spanish; Castilian)
      audio_type: 0 (Undefined)
Element PID: 0104 (Audio MPEG-1)
Element PID: 0105 (Audio MPEG-1)
Element PID: 0111 (Private PES)
  stream_type: 6 (Private PES)
  elementary_PID: 0111
  ES_info_length: 10

```



```

    descriptors
        subtitling_descriptor (0x59)
            Language: spa (Spanish; Castilian)
            subtitling_type: 16 (DVB subtitles (normal) with no
monitor aspect ratio criticality)
            composition_page_id: 1
            ancillary_page_id: 2
Element PID: 0112 (Private PES)
Element PID: 0115 (Private Sections)
    stream_type: 5 (Private Sections)
    elementary_PID: 0115
    ES_info_length: 5
    descriptors
        application_signalling_descriptor (0x6F)
            Application: 1
            application_type: 16 (HBBTV)
            AIT_version_number: 28
            reserved_future_use: 0

```

Será necesario comprobar que todas las tablas PMT están presentes y su contenido se corresponde con el contenido esperado.

4.4.2.3 SDT (Service Description Table)

La tabla SDT permite relacionar cada una de las tablas PMT con un identificador de servicio único entre todos los disponibles entre los diferentes multiplex disponibles, además de contener el nombre con el que el servicio se mostrará en el receptor (Tabla 4).

Tabla 4 – Contenido de la SDT del multiplex RGE1 de Madrid.

```

SDT ts_id: 1012, on_id: 8916 (Actual)
table_id: 0x42
pid: 0017
section_syntax_indicator: 1
section_length: 187
transport_stream_id: 1012
version_number: 1
current_next_indicator: 1
last_section_number: 0
original_network_id: 8916 (Spanish Digital Terrestrial Television)
Service: 530 (La 1)
    service_id: 530
    Service Name: La 1
    Network Name: RTVE
    EIT_schedule_flag: 1
    EIT_present_following_flag: 1
    running_status: 4 (running)
    free_CA_mode: 0 (not scrambled)
    descriptors
        service_descriptor (0x48)
            Service Type: 1 (digital television service)
            Network Name: RTVE
            Service Name: La 1
Service: 531 (La 2)
Service: 532 (24h)
Service: 533 (Clan)

```

Service: 534 (La 1 HD.)
Service: 535 (Radio Nacional)
Service: 536 (Radio 5)
Service: 537 (Radio Exterior RNE)

Su valor de PID es fijo y será necesario comprobar que los nombres de los servicios se corresponden con los literales esperados.

4.4.2.4 NIT (Netwok Information Table)

La tabla NIT contiene información acerca de la frecuencia de emisión, tipo de modulación, velocidad de símbolo, nombre de la red, etc. En la TDT no es vital, pudiendo ser usada para hacer una sintonización rápida cuando se incluye información de todas las redes disponibles, algo que no se hace habitualmente.

En el caso del múltiplex RGE1 de RTVE permite identificar a qué Comunidad Autónoma pertenece el múltiplex sintonizado. Hay que tener en cuenta que en las zonas de solape entre centros emisores puede ser habitual recibir señal del múltiplex de diferentes comunidades.

Puesto que es obligatoria su transmisión, comprobaremos que está presente mediante los valores correspondientes de PID y table_id.

4.4.2.5 TDT (Time and Date Table) y TOT (Time Offset Table)

La tabla TDT incluye información acerca del tiempo UTC (Coordinated Universal Time). Mediante la tabla TOT, se permite llevar mayor información relativa a las zonas horarias, ya que permite incluir un listado de las zonas horarias que pueda abarcar la emisión (dos en el caso español de la TDT) con su offset correspondiente respecto a UTC. Adicionalmente incluye los detalles del próximo ajuste horario que se vaya a producir.

Comprobaremos en el sistema que ambas tablas se reciben periódicamente con el valor de PID común (20) y sus valores de table_id correspondientes: 112 para la TDT y 115 para la TOT.

4.4.2.6 AIT (Application Identification Table)

La tabla AIT es la encargada de contener los detalles de las aplicaciones interactivas que puedan ser incluidas en los servicios, en la actualidad se trabaja con aplicaciones según el estándar HbbTV.

De forma general, las aplicaciones HbbTV pueden cargarse en el receptor mediante dos mecanismos:

- Difusión a través de la señal de TDT: la aplicación se transmite cíclicamente mediante un carrusel de datos con una tasa binaria baja y cuando el receptor la ha descargado completamente la puede ejecutar.
- Mediante descarga por Internet: la señal de TDT simplemente contiene la URL (Universal Resource Locator) de descarga de la aplicación a través de la cual el receptor descarga el código que debe ejecutar.

Cada servicio puede tener una tabla diferente asociada, con un PID distinto, lo que permitirá acceder a una URL diferente en función del servicio sintonizado en el televisor. De forma general, si el televisor ha podido acceder a los datos indicados, la aplicación inicial se ejecutará automáticamente, comportamiento que controla el radiodifusor mediante el indicador “autostart” en la tabla AIT. Dicha aplicación inicial suele ser de tipo “Lanzadera” que avisa al espectador de la existencia de un entorno interactivo con el radiodifusor y la forma de acceder a él mediante el mando a distancia (Figura 31).



Figura 31 – Lanzadera de servicios interactivos HbbTV de TVE (<http://www.rtve.es/hbbtv/index.html>).

Si el usuario no pulsa el botón de acceso a la aplicación interactiva, la lanzadera desaparece de la pantalla en unos segundos, pero si por el contrario el usuario pulsa el botón para acceder, el receptor pasará a una nueva interfaz de la aplicación que le mostrará los servicios que el radiodifusor pone a su disposición (Figura 32).

Se puede contar con una tabla AIT por servicio para ofrecer distintas aplicaciones o servicios en función del programa desde el que se accede a la aplicación, pero también es posible emplear una única tabla con una misma aplicación o URL, que podrá mostrar diferentes aplicaciones en función del servicio sintonizado (Figura 33). Las aplicaciones HbbTV pueden interrogar al televisor acerca del servicio sintonizado y, en función de dicha información, ejecutar diferentes opciones sobre el contenido a mostrar al usuario.



Figura 32 – Acceso a servicio “A la Carta” de TVE a través de HbbTV.

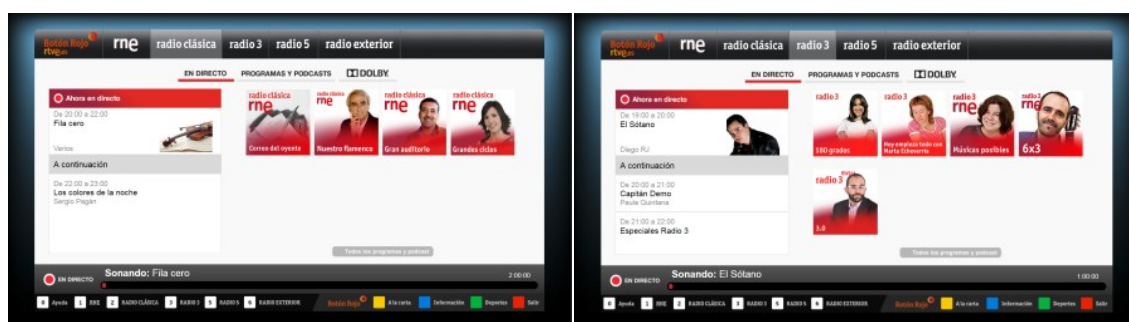


Figura 33 – Pantallas de inicio en función del canal de radio sintonizado (Radio Clásica – izq. / Radio 3 – dcha.).

El sistema deberá comprobar que las tablas AIT definidas estén presentes.

4.4.2.7 Otras tablas

- CAT (Conditional Access Table): esta tabla obligatoria lleva la información acerca de los servicios que puedan tener acceso condicional en el múltiplex.
- EIT (Event Information Table): transporta información para el usuario acerca de los programas emitidos en el múltiplex, como hora de comienzo, duración, título, sinopsis o detalles de formato.
- MIP (Mega-frame Initialization Packet): lleva la información de sincronización que permite que los sistemas DVB-T que operan en modo SFN funcionen correctamente.

4.4.3 Contenido

Además de las medidas realizadas de forma automática se hace conveniente contar con herramientas que permitan acceder al contenido audiovisual disponible en el receptor.

Mediante “streaming” se podrá acceder al receptor, para visualizar y escuchar el estado de los diferentes servicios de televisión y radio. Será necesario contar con la posibilidad de seleccionar los diferentes componentes de audio (castellano, versión original, etc.), subtítulos y páginas de teletexto (Figura 34).



Figura 34 – Señal recibida por “streaming” del servicio “La 2”.

Es muy conveniente, además de poder visualizar y/o escuchar un servicio determinado, poder configurar una señal de tipo mosaico, en la que se puedan mostrar simultáneamente varios servicios y sus componentes.

Incluyendo imagen de los diferentes servicios y los niveles de las componentes de audio mediante indicadores tipo vúmetro se podrá realizar un seguimiento más completo de la difusión de varios servicios o múltiplex recibidos en una sonda, pudiendo conocer el estado general de todos ellos de un simple vistazo.

Asimismo, en la Figura 35 se puede observar cómo, incluyendo una visualización del contenido en frecuencia del sonido (o tipo vúmetro alternativamente), se puede realizar un seguimiento del contenido de los servicios de radio.

4.5 Diferencias para supervisión de satélite

En lo que respecta a la trama de transporte la señal de satélite y la de TDT sólo se diferencian en alguna información adicional para la difusión DVB-T, como los paquetes MIP. Las tecnologías de difusión DVB tienen como ventaja esa compatibilidad de trama de transporte entre las diferentes formas de difusión que especifican permitiendo utilizar componentes comunes entre ellas.



Figura 35 – Mosaico con servicios de diferentes múltiplex disponibles en Toledo.

Respecto a los parámetros, realizaremos igualmente una monitorización del nivel de señal recibida y de la calidad de la misma a través de la BER de la trama.

En el caso de la señal por satélite, la variación de la señal recibida se suele deber a variaciones de las condiciones atmosféricas. La lluvia provoca un incremento de la atenuación en la propagación, por lo que condiciones de lluvia intensa, bien en el enlace ascendente o bien en el enlace descendente, pueden provocar una disminución del nivel de señal recibido y por tanto la incorrecta demodulación en el receptor.

También hay que tener en cuenta las interferencias solares que se producen de forma regular alrededor de los períodos de los equinoccios. Dichas afectaciones se producen en un punto de la tierra cuando el sol se posiciona en la misma dirección que el satélite al que apunta la antena (Figura 36).

El grado de afectación a la recepción dependerá del tamaño de la antena, del ancho de banda del receptor y de la frecuencia de recepción, y se produce por una elevación del ruido térmico en el receptor.

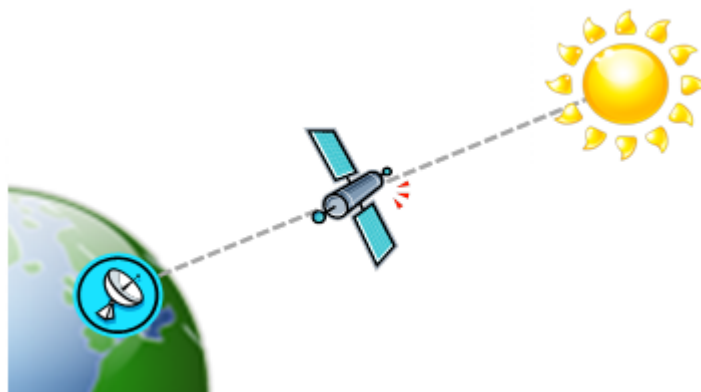


Figura 36 – Alineación en el momento de interferencia solar en la recepción por satélite.

Capítulo 5 - Necesidades de gestión

5.1 Introducción

Una vez analizadas las necesidades del sistema en lo que respecta al análisis y a las tareas que debe llevar a cabo la sonda de supervisión, centraremos este capítulo en describir las funcionalidades y herramientas que debe incorporar el sistema para que cumpla su misión fundamental, ser útil para los usuarios, orientando el diseño hacia la sencillez y la generalidad, evitando la excesiva particularización.

Partiremos de los primeros escalones lógicos del sistema, como son la creación de alarmas y la gestión de los avisos asociados a ellas, para ir detallando las opciones de presentación al usuario del estado del sistema.

Evaluaremos la configuración requerida en el sistema general de forma que la labor rutinaria de gestión del sistema, con sus necesarias modificaciones, resulte una tarea sencilla. Para ello tendremos en cuenta los diversos módulos del sistema, en cuanto a ubicaciones, frecuencias, servicios, componentes, etc.

Especial interés tiene cómo gestionaremos los diversos usuarios que accederán al sistema y sus herramientas. Desde la forma en que les haremos llegar la información que sea del interés particular de cada uno hasta las herramientas de consulta de las que dispondrán para poder acceder de forma ágil a información instantánea o histórica.

5.2 Niveles de alarma

En los capítulos anteriores se han ido detallando los diferentes parámetros y señales que se pretenden incluir en el sistema de supervisión. A la vista de su número y en ocasiones de su multiplicidad, para cada múltiplex, servicio y componente, se hace imprescindible contar con una gestión de los errores que permita clasificar y limitar el número de avisos que el sistema pueda generar.

También es necesario tener en cuenta que algunos de los errores pueden ser provocados, esperados o conocidos, por lo que requerirán un tratamiento especial que puede tener que variar en función de la fecha, del punto de supervisión, del servicio o del tipo de componente, por ejemplo.

Se estiman suficientes para el sistema cuatro niveles de alarma detallados a continuación:

- Nivel alto: incidencia importante que suele requerir notificación e intervención, como por ejemplo la pérdida de señal de múltiplex, la falta de algún servicio o uno de sus componentes esenciales en la trama de transporte.
- Nivel medio: incidencia que puede deberse a un error o a un comportamiento del sistema no esperado pero habitual, como por ejemplo, la falta de subtítulos durante un programa que puede o no disponer de dicho contenido.
- Nivel bajo: incidencia esperada o habitual según el funcionamiento previsto del sistema, como por ejemplo, la ausencia de audiodescripción durante los informativos territoriales.
- No notificar: incidencias esperadas que no queremos que se registren en el sistema por estar previstas y en un número muy elevado, como por ejemplo, los errores generados durante un mantenimiento programado con corte de los servicios realizado en una franja horaria de madrugada previamente acordada.

Estos niveles de alarma definidos en el sistema se deberán poder asignar de forma jerárquica o individual según la relación:

1. Centro.
2. Frecuencia.
3. Parámetro y servicio.
4. Componente o PID.

Si un determinado centro se establece con un nivel bajo de alarma durante un cierto período de tiempo, todas las incidencias procedentes del mismo tendrán este nivel. De igual modo si se realiza esa asignación de nivel a una determinada frecuencia (múltiplex), todos los servicios y sus componentes heredarán el nivel para las incidencias que se puedan generar.

5.3 Mapa sinóptico

Cuando se cuenta con un sistema de supervisión que gestiona numerosos elementos de forma más o menos jerárquica, resulta indicada la existencia de un mapa o cuadro sinóptico que permita conocer el estado global del sistema de un solo vistazo.

Para ello, el sistema presentará un mapa del territorio español en el que se ubicará geográficamente la localización de los puntos en los que se realiza la supervisión de las emisiones (Figura 37).



Figura 37 – Mapa sinóptico para la visualización del estado de los diferentes elementos del sistema.

En función del estado de los elementos de una ubicación, se mostrará un indicador que tendrá un determinado color o gráfico según su estado o nivel de alarma (Figura 38):

- Verde: ninguna incidencia activa.
- Amarillo: ninguna incidencia de nivel alto o medio activa, existe alguna incidencia de nivel bajo activa.
- Naranja: ninguna incidencia de nivel alto activa, existe alguna incidencia de nivel medio activa.
- Rojo: alguna incidencia de nivel alto activa.
- No notificar: cuando no se realiza seguimiento de la sonda por motivos planificados.
- Gris: sin conexión con la sonda de supervisión.

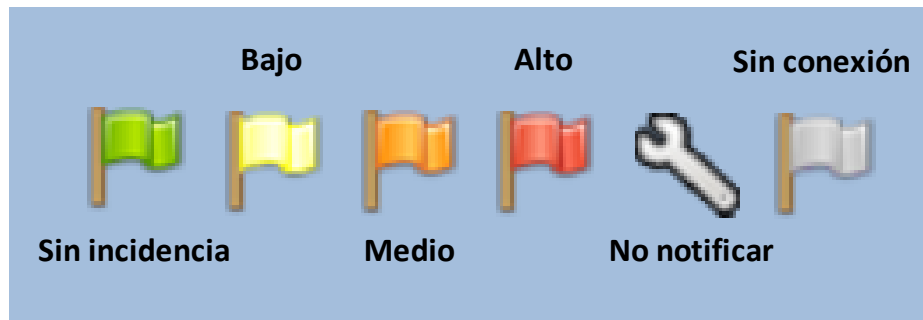


Figura 38 – Iconos de estado de los elementos supervisados.

Los indicadores de estado de cada punto de supervisión del mapa, servirán como icono de acceso a la información procedente de la sonda con mayor detalle, pudiendo comprobar cuáles son los elementos que presentan algún problema o los valores significativos del sistema.

Si observamos el mapa sinóptico de la Figura 37, se puede comprobar que el indicador de la sonda de Cataluña se encuentra en color amarillo, lo que indica que existe alguna incidencia abierta de nivel bajo.

En la Figura 39 se muestra la información de detalle de dicho centro que aparece al pinchar con el ratón en el icono del centro de Cataluña, donde se puede comprobar que el indicador de error se encuentra en color amarillo porque hay tres componentes que no se reciben desde hace unos minutos. En este caso concreto se trata de:

- PID 205: señal de audiodescripción.
- PID 212: subtítulo DVB en inglés.
- PID 8120: señal para el control de la territorialización de un servicio.

CAT-Barcelona

Merce Vilaret s/n
Sant Cugat del Vallés
Barcelona, España
192.168.26.36
[Monitorado](#)

Múltiplex RGE1

Múltiplex RGE2

PID	Tipo	Timestamp	CC
111	SUBTITLING	31/10/2014 19:48:07	1
112	SUBTITLING	31/10/2014 19:48:07	0
115	PRIVATE	31/10/2014 19:48:07	3
8110	SECTION AIT	31/10/2014 19:48:07	0

2 La 2 :: 491

Errores en PID

PID	Tipo	Timestamp	CC
200	PMT	31/10/2014 19:48:07	3
201	MPEG-2 VIDEO	31/10/2014 19:48:07	2
202	TELETEXT	31/10/2014 19:48:07	3
203	MPEG-1 AUDIO	31/10/2014 19:48:07	3
204	MPEG-1 AUDIO	31/10/2014 19:48:07	3
205	MPEG-1 AUDIO	31/10/2014 18:38:50	3
211	SUBTITLING	31/10/2014 19:06:07	3
212	SUBTITLING	31/10/2014 18:38:50	0
215	PRIVATE	31/10/2014 19:48:07	3
8120	SECTION AIT	31/10/2014 18:38:50	0

24h 24h :: 492

PID	Tipo	Timestamp	CC
1000	PMT	31/10/2014 19:48:07	3
1001	MPEG-2 VIDEO	31/10/2014 19:48:07	3
1002	TELETEXT	31/10/2014 19:48:07	3

Frecuencia: RGE2 (DVB-T)
Hz: 634000000
Última Actualización: 2014-10-31 19:48:08
Último reset CC: 2014-10-30 10:03:17

Reset CC

Parámetro	Valor	Timestamp
POTENCIA	65.0 dBuV	31/10/2014 19:48:08
BER	1.1e-8	31/10/2014 19:48:08

Tablas

PID	TID	Tipo	Timestamp	CC
0	0	PAT	31/10/2014 19:48:08	3
1	1	CAT	31/10/2014 19:48:08	0
16	64	NIT	31/10/2014 19:48:01	0
17	66	SDT	31/10/2014 19:48:07	4
18	78	EIT	31/10/2014 19:48:08	5
20	115	TOT	31/10/2014 19:48:07	0
20	112	TDT	31/10/2014 19:48:02	0
21	-1	MIP	31/10/2014 19:48:08	0

1 HD La 1 HD :: 40001

PID	Tipo	Timestamp	CC
1000	PMT	31/10/2014 19:48:08	3
1001	H264 VIDEO	31/10/2014 19:48:08	4
1011	SUBTITLING	31/10/2014 19:48:08	4
1015	PRIVATE	31/10/2014 19:48:08	2
1100	E-AC3 AUDIO	31/10/2014 19:48:08	4

Figura 39 – Despliegue del estado de una sonda desde mapa sinóptico.

En este caso, todas esas faltas de diversos PID se producen de forma sistemática cuando desde el Centro de Producción de Sant Cugat se provoca una conmutación de trama de transporte en un servicio por el comienzo de la emisión territorial, sustituyendo la emisión nacional generada en Torrespaña.

En estos casos de territorialización, dichos PIDs se eliminan de la emisión porque el Centro de TVE no tiene capacidad para generar estas señales en su continuidad, por lo que se produce la ausencia de las mismas y la consiguiente incidencia en el sistema de supervisión. Puesto que se trata de un proceso conocido y voluntario, configuramos el sistema para que no genere una alarma de nivel alto que provocaría el envío de avisos a los gestores del sistema.

5.4 Configuración general

5.4.1 Avisos

El sistema estará preparado para enviar avisos ante las incidencias relevantes mediante mensajes SMS (Short Message Service) y/o correos electrónicos.

Para el envío de mensajes SMS el sistema se integra con un sistema de envío ya existente previamente. El sistema de envío posee una sencilla API (Application Programming Interface) que permite una conexión con otros elementos mediante un simple servidor web que se comunica a través consultas PHP (PHP Hypertext Pre-processor), lo que hace extremadamente sencilla su integración. Dispondremos en el sistema de la configuración de la IP del sistema de envío por si ésta cambiara por necesidades de mantenimiento de la red corporativa.

Para el envío de correos electrónicos simplemente será necesaria la configuración de la dirección del servidor de correo saliente y la dirección de remite de los mensajes (Figura 40).

En previsión de problemas de saturación por mal funcionamiento o tareas globales de mantenimiento, se permitirá activar o desactivar el envío de notificaciones a los usuarios de forma global.

Figura 40 – Opciones de configuración de envío de mensajes SMS y correos electrónicos.

5.4.2 Parámetros de radiofrecuencia

Los niveles habituales de señal en un determinado punto de recepción se mantienen bastante estables, pudiendo variar en condiciones normales hasta 1 dB a lo largo del día por cambio normal de las condiciones atmosféricas como humedad, temperatura, etc.

Con independencia de cuál sea el valor de campo necesario para una correcta recepción, cuando hacemos un seguimiento de su valor en un punto determinado de forma continuada, nos interesa conocer si la señal recibida disminuye de forma importante. Aunque el nivel de campo recibido pueda ser suficiente para una adecuada demodulación de la señal, será importante conocer una variación excesiva, ya que puede indicar la existencia de un problema en el sistema radiante del centro emisor del que se recibe la señal de TDT.

Por tanto, los niveles de alarma para la potencia de la señal tendrán que ser fijados en función de la señal recibida en cada sonda de supervisión, ya que pueden variar según la distancia al centro emisor o la tirada de cable desde la antena hasta la sonda de supervisión.

Por lo que respecta a los niveles de BER y MER, sí que parece adecuado establecer límites de aviso cuando se llega a valores que afectan a la correcta demodulación de la señal, y que ya fueron mencionados en capítulos anteriores.

Tal y como se vio en capítulos anteriores, la existencia de histéresis en el manejo de las alarmas hará que determinemos, de forma general, los valores activación y desactivación de alarma por nivel con la suficiente holgura para evitar continuos disparos de alarma.

Asimismo, para todos los parámetros se puede fijar un tiempo de estabilización, de forma que si el nivel no se mantiene suficientes segundos fuera del rango de alarma tampoco cerraremos la incidencia.

En cualquier caso, los valores generales que fijemos servirán para la mayoría de los centros donde se supervisa, pero existirá la posibilidad de establecerlos de forma particular en cada uno de ellos y para cada frecuencia por separado, si se dieran condiciones particulares de recepción que así lo aconsejen.

5.4.3 Tablas y tipos de componentes

El sistema contará con la posibilidad de definir las tablas de información de servicio que posteriormente buscaremos en la señal recibida (Figura 41). Las mismas se definirán por sus valores de PID, en el caso de ser fijo, y/o por sus valores de table_id (TID - Table Identifier).

Nombre ▲	Descripción	PID	TID
CAT	Conditional Access Table	1	1
EIT	Event Information Table	18	78
MIP	Mega-frame Initialization Packet	21	-1
NIT	Network Information Table	16	64
PAT	Program Allocation Table	0	0
PMT	Program Map Table		2
SDT	Service Description Table	17	66
TDT	Time and Date Table	20	112
TOT	Time Offset Table	20	115

Figura 41 – Tablas incluidas en la monitorización y valores asociados.

También podremos definir los niveles de alarma por defecto cuando se detecte un error relacionado con dichas tablas, bien por falta de las mismas o bien por error en su contenido, como podría ocurrir en la SDT.

Se contará con la posibilidad de crear los tipos de componentes que manejaremos y en los que clasificaremos los PIDs recibidos, como los distintos tipos de vídeo, audio o cualquier otro elemento distinto de las tablas (Figura 42).

Nombre ▲	Descripción	Stream Type	FourCC	Nivel	Tiempo
AC3 AUDIO	Dolby Digital	129			10
DSM-CC	Carrusel	11			
E-AC3 AUDIO	Dolby Digital Plus	6	eac3		10
H264 VIDEO		27	h264		2
MPEG-1 AUDIO		3	mpga		10
MPEG-1 VIDEO		1	mpgv		
MPEG-2 AUDIO		4	mpga		10
MPEG-2 VIDEO		2	mpgv		2
MPEG-4 AUDIO		17	mp4a		10
MPEG-4 VIDEO		16	mp4v		
OTHER		11			
PRIVATE SECTION...	AIT	5		Media	
PRIVATE SECTION...	RDS	6			
SCTE 35	Splicing	134			
SUBTITLING	Subtitulado	6	dvbs		
TELETEXT	Teletexto	6	telx		

Figura 42 – Tipos de componentes de los servicios y sus parámetros correspondientes.

De la misma forma podremos incluir un nivel de alarma por defecto para cada tipo de componente, pudiendo establecer por ejemplo un nivel alto para los componentes de vídeo y nivel medio para los componentes de subtítulo, lo que facilitará la posterior gestión de los avisos por incidencias.

5.5 Centros y frecuencias

Para cada ubicación donde se instale una sonda de supervisión se creará un centro. En su ficha introduciremos la información necesaria para su identificación, localización y valores de configuración (Figura 43).

La introducción de sus coordenadas permitirá ubicarla de forma automática en el mapa de España, y también podremos definir cuál debe ser el nivel de alarma que se genere cuando no haya comunicación con el dispositivo (Figura 43).

El formulario 'Gestión de Centros' contiene los siguientes campos:

Nombre:	Latitud:
PVA-Bilbao	43.26
Dirección:	Longitud:
Licenciado Poza, 15	-2.93
Ciudad:	URL Mosaico:
Bilbao	http://.../stream/
Provincia:	Dirección IP:
Vizcaya	...
País:	Nivel de alarma (Sin conexión):
España	Media

En la parte inferior del formulario hay un indicador de estado 'Activo' con un icono verde y un botón 'Guardar'.

Figura 43 – Datos para cada ubicación de una sonda de supervisión.

Una vez que se ha definido el centro de supervisión donde se ubica una sonda, se generará una “Frecuencia” para cada múltiplex (TDT) o transponedor (satélite) que vayamos a supervisar con dicho equipo. Si sólo vamos a supervisar TDT, generaremos dos frecuencias, una para el múltiplex RGE1 y otra para el múltiplex RGE2.

Allí donde además tengamos una supervisión de una señal de satélite incorporaremos una tercera frecuencia con los datos del transponedor correspondiente.

Para cada señal se definirán los datos de su frecuencia y detallaremos:

- Servicios: se incluirán todos aquellos servicios de televisión, radio o datos que incluya el múltiplex, con sus nombres de servicio e identificadores que deberán coincidir con los que contenga la tabla SDT de la trama (Figura 44).
- Parámetros: donde se podrá especificar para la potencia, el BER y el MER, los valores específicos de disparo y cierre de alarma si fuera necesario.
- Tablas/PIDs: se introducirán aquí todos los PID que contenga la trama de transporte, definiendo para cada uno tanto el servicio al que pertenezcan como el tipo de componente. El primer valor se empleará para comprobar que la PMT del servicio contiene todas las referencias necesarias y el segundo permitirá detectar cualquier error de etiquetado o de formato del contenido de cada elemento (Figura 45).

Frecuencias

[Agregar](#) | [Mantenimientos](#) | [Grabaciones](#) | [Editar](#) | [Borrar](#)

Frecuencia	Entrada
AMERICA-Washington: Hispasat 1E	DVB-S
AND-Sevilla: RGE1	DVB-T
AND-Sevilla: RGE2	DVB-T
ARA-Zaragoza: RGE1	DVB-T
ARA-Zaragoza: RGE2	DVB-T
AST-Oviedo: RGE1	DVB-T
AST-Oviedo: RGE2	DVB-T
CAN-Santander: RGE1	DVB-T
CAN-Santander: RGE2	DVB-T
CAT-Barcelona: REC_TDT	DVB-T
CAT-Barcelona: RGE1	DVB-T
CAT-Barcelona: RGE2	DVB-T
Ceuta: RGE1	DVB-T
Ceuta: RGE2	DVB-T
CLM-Toledo: RGE1	DVB-T
CLM-Toledo: RGE2	DVB-T
CYL-Valladolid: RGE1	DVB-T

ARA-Zaragoza: RGE1

[Servicios](#) | [Parámetros](#) | [Tablas / PIDs](#)

[Agregar](#) | [Copia](#) | [Mantenimientos](#) | [Editar](#) | [Borrar](#)









Servicio		Nº Servicio
24h		422
Clan		423
La 1		420
La 1 HD.		424
La 2		421
Radio 5		426
Radio Exterior RNE		427
Radio Nacional Aragón		425

Figura 44 – Servicios para el múltiplex RGE1 de Aragón.

5.6 Usuarios

Se definirán tres niveles de permisos para los usuarios del sistema:

- Administrador: usuarios con permisos para realizar cualquier cambio en el sistema y con acceso a todos sus módulos.
- Operador: usuarios que pueden operar en el sistema pero no realizar cambios en las configuraciones del sistema. Tendrán acceso al mapa de estado, a las incidencias del sistema y su gestión, a las grabaciones de las sondas para su

visualización o descarga, a la visualización remota por red y a las gráficas de parámetros de señal.



PID	Servicio	Tipo
105	1	MPEG-1 AUDIO
111	1	SUBTITLING
112	1	SUBTITLING
115	1	PRIVATE SECTION AIT
115	1 HD	PRIVATE SECTION AIT
200	2	PMT
201	2	MPEG-2 VIDEO
202	2	TELETEXT
203	2	MPEG-1 AUDIO

Figura 45 – Extracto de componentes de un multiplex.

- **Visualizador:** usuarios con los mismo permisos de acceso que el usuario tipo Operador pero sin capacidad de realizar la gestión de incidencias, sólo les estará permitido visualizarlas.

Cuando se cree un usuario en el sistema se introducirán sus datos relevantes, como número de teléfono para la recepción de mensajes SMS o la dirección de correo electrónico para el envío de alarmas e informes, asignándole en ese momento el tipo de usuario correspondiente (Figura 46).



Datos de Usuario

Nombre y apellidos: Nacho Saló

Departamento: Planificación TDT

Nombre de Usuario: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]@rtve.es

Teléfono: [redacted]

Clave: [redacted]

Rol de Usuario: ☒ Administrador ☐ Operador ☐ Visualizador

Confirmar Clave: [redacted]

☒ Activo

Figura 46 – Datos de un usuario del sistema de supervisión.

5.7 Avisos

Como ya se ha comentado con anterioridad, los avisos por incidencia se podrán enviar a través de mensajes SMS y/o por correo electrónico.

Estos avisos tienen que permitir que una incidencia importante sea detectada con rapidez, aportando información suficiente para que su receptor pueda estimar el alcance del problema.

Por otro lado, la información no puede ser demasiado extensa ni los avisos muy numerosos, ya que eso provocaría que el receptor de los avisos terminara por no prestar atención, bien por la elevada cantidad de avisos que pudiera recibir ante fallos no muy importantes o que afecten a numerosos puntos de forma simultánea.

5.7.1 Listas de usuarios

El envío de avisos se gestionará a partir de listas usuarios, lo que permitirá hacer envíos individuales, creando listas unipersonales, o bien a un grupo de personas que pueda gestionar elementos comunes, bien por el contenido, por el tipo de difusión o por el área geográfica.

Las listas de usuarios permitirán definir si incluyen el envío de mensajes SMS, de correos electrónicos o de ambos (Figura 47). De esta forma se puede conseguir que los mismos usuarios, agrupados en listas distintas, reciban información por un mecanismo u otro en función de la importancia o el criterio que se considere oportuno.

Además, para cada usuario que integra la lista, se podrá definir el modo funcionamiento del envío de avisos:

- Normal: el usuario recibirá un aviso por cada incidencia que se genere. Por ejemplo, si se dejara de recibir un servicio, se recibirían tantos avisos como componentes o valores de PID integren dicho servicio, además de los posibles fallos en el contenido de las tablas de información de servicio asociadas.
- Resumen: todas las alarmas producidas en un cierto período de tiempo se agrupan en un único aviso que intentará condensar de forma agrupada los errores existentes.

5.7.2 Modo Resumen

El funcionamiento en modo Normal puede llegar a provocar cierta saturación en el receptor cuando se produzcan incidencias de tipo masivo, como por ejemplo un fallo en

cabecera que provoque errores en un múltiplex completo supervisado simultáneamente en un número alto de localizaciones.



Figura 47 – Gestión de listas de distribución.

Ante la problemática anterior, se diseña el modo Resumen de envío de avisos, cuyos objetivos principales son:

- Proporcionar información ágil, útil y suficiente acerca de las incidencias.
- Evitar el envío de un número excesivo de alertas en situaciones de fallos únicos que afectan a un número elevado de variables en observación.

Dadas las diferentes limitaciones y posibilidades que presentan los envíos de SMS y de correo electrónico, el modo Resumen se diferenciará en ciertas funcionalidades para ambos avisos aunque compartan otras:

1. Común para SMS y correo electrónico:
 - a. Contador de avisos: cuando se supere un cierto número de avisos en un período determinado, se desactivará durante un tiempo el envío de avisos. Cuando se genera un elevado número de avisos de forma consecutiva, se hace necesario que el receptor consulte el estado del sistema de supervisión de forma global, accediendo a la aplicación. El envío de un número elevado de avisos de forma simultánea generalmente no proporcionará mayor información y sí mayor molestia.
 - b. Jerarquía de errores: un error del tipo "Sin señal" > "Error en BER" > "Error en Potencia", ordenados según importancia, eliminará el resto de avisos que estén encolados para un centro y frecuencia determinados, y los enmascarará durante un tiempo. Si durante ese tiempo estos últimos se cierran, se eliminará el aviso correspondiente.
 - c. Temporizadores para envío agrupado: cuando se reciba el inicio de una incidencia se esperará un tiempo por si llegan nuevos avisos relacionados con ella. Esta espera terminará, y se enviará aviso de los errores recibidos al cabo de un tiempo máximo desde el momento en que llegó la primera.
 - d. Alertas periódicas de incidencias abiertas: se enviará una alerta recordando las incidencias que permanezcan abiertas con frecuencia

decreciente: 5 minutos → 15 minutos → 30 minutos → 1 hora → 2 horas
→ 4 horas → 8 horas → 1 día.

2. Mensajes SMS:

- a. Agrupación por estado: se procesarán en envíos separados las incidencias abiertas (solo hora inicio) y las cerradas (con hora inicio y fin), incluyendo en el primer caso la hora de inicio de la primera registrada (por ejemplo, desde 14:42) e inicio de la primera y final de la última (por ejemplo, entre 14:42 y 14:45) en el segundo.
 - b. Agrupación por jerarquía: se enviará un único mensaje por frecuencia, conteniendo la siguiente información: nombre de la frecuencia, centro, servicio, PID, tipo de PID, error. En la información de “error” se indicará el texto descriptivo si todas las incidencias son de un solo tipo (por ejemplo, “Ausencia de PID”) o bien el número de tipos de error si fueran diferentes.
 - c. Agrupación por repetición: si una incidencia cerrada y no enviada como alerta vuelve a abrirse, se cambiará el estado de la primera a abierta y se mantendrá la hora de inicio de la primera en el mensaje.
3. Correo electrónico: las alertas se agruparán según la ordenación “Agrupación por jerarquía” expuesta con anterioridad, aplicando el texto descrito al campo “Asunto” del correo. En el cuerpo del mensaje se detallarán todas las incidencias agrupadas en forma de tabla de texto con información similar a la que se muestra en la pestaña de incidencias de la aplicación.

5.7.3 Gestión de notificaciones

Una vez que tenemos creadas las listas de usuarios que recibirán información común, será necesario detallar qué incidencias son las que serán notificadas.

La selección dispone de varios criterios que se combinan con una lógica tipo AND:

- Nivel de alarma: pudiendo seleccionar cualquier combinación de los niveles de la incidencia que se deseen entre ALTA, MEDIA y BAJA.
- Centros: se podrán seleccionar todos aquellos centros de supervisión de los que queremos recibir las notificaciones. De esta forma se podrá, por ejemplo, remitir a un responsable de un centro determinado sólo notificación de las alarmas que se generen en dicho punto de supervisión.
- Frecuencias: donde se podrán seleccionar todos aquellos múltiplex y/o transponedores que se estimen convenientes.

Si se desea, la selección anterior se puede combinar con unos criterios del tipo consulta de base de datos, donde tendremos disponibles los campos recogidos en la Tabla 5.

Tabla 5 – Campos de información de incidencias para la gestión de avisos.

Etiquetas	Descripción	Ejemplo
HORAINICIO	Hora de apertura de la incidencia HH:MM:SS.	12:23:43
HORAFIN	Hora de cierre de la incidencia HH:MM:SS.	12:23:53
CENTRO	Centro de la sonda de monitorado.	Madrid, Singapur, etc.
FRECUENCIA	Múltiplex de TDT o satélite.	RGE1, HotBird 13B, etc.
PROGRAMA	Servicio afectado.	La1, clan, etc.
NUMPID	Número de PID.	101, 111, etc.
TIPOPID	Tipo de PID.	MPEG-1 AUDIO, PRIVATE SECTION, NIT, etc.
ELEMENTO	_FRECUENCIA_ :: _PROGRAMA_ :: _NUMPID_ - _TIPOPID_	RGE1::La1::105 - MPEG AUDIO
ERROR	Tipo de error	Ausencia de PID, Error en BER
DESCRIPCION	Descripción larga del error	El PID 8110 - SCTE 35 no aparece en la PMT
ABIERTA-CERRADA	Estado de la incidencia	Abierta, cerrada.
NIVEL	Nivel de la alarma.	Alta, Media, Baja.
PARAMETRO	Parámetro que genera el error	Potencia, BER, Sin señal.

Por ejemplo, en la Figura 48 se puede observar una configuración de notificaciones cuyo objetivo es recoger las diferentes alarmas que puedan afectar a los componentes de subtítulo por corte de teletexto o de subtítulos DVB. Para ello se define una condición lógica que permite seleccionar sólo aquellos avisos que se refieren a la ausencia de PID para componentes de tipo teletexto o subtítulo DVB.

Gestión de notificaciones

Activo

Nivel de alarma

☒ ALTA
☒ MEDIA
☐ BAJA

Centros

MUR-Murcia
NAV-Pamplona
PVA-Bilbao
RIO-Logroño
VAL-Valencia

Listas

Radiocomunicacion (MAIL)
Radiocomunicacion (SMS)
Satélites (JLS, MJF)
Satélites (MAB)
Test

Frecuencias

AUI
Eutelsat 5WA
REC_TDT
RGE1
RGE2

Para seleccionar más de un elemento en las listas mantenga pulsada la tecla Ctrl

Descripción:

Alarmas subtítulo

Campos:

Seleccione

Condición:

(_TIPO_PID_='SUBTITLING' OR _TIPO_PID_='TELETEXT') AND
_TIPO_ERROR_='Ausencia de PID'

Guardar

Limpiar

Figura 48 – Interfaz de gestión de notificaciones.

Si el tipo de error no se estableciera como condición, una posible conmutación de trama que genere en un instante determinado una PMT corrupta podría enviar un aviso falso de error en la PMT por ausencia del descriptor de los componentes mencionados.

Por último, la selección de notificaciones realizada podrá ser encaminada a todas las listas de usuarios que se estime conveniente.

5.7.4 Mensajes

Con el objetivo de adecuar cada mensaje al tipo de canal de comunicación, se dispondrá de una interfaz donde configurar sus respectivos contenidos.

En todos los casos dispondremos de los campos de información de las incidencias ya recogidos con anterioridad, y que figuran en la Tabla 5.

Cuando nos centramos en los mensajes SMS, es necesario tener en cuenta que hay una limitación de 160 caracteres, aunque si utilizamos caracteres Unicode (como vocales acentuadas o ñ) se reduce a 70. En este tipo de mensajes será necesario que el texto sea breve pero con la suficiente información como para permitir que el receptor pueda tomar decisiones en base a su contenido.

En cuanto a los correos electrónicos, se dispondrá de la opción de configurar tanto el contenido del asunto del correo como el cuerpo del mensaje. El texto del asunto tratará de contener una síntesis y el cuerpo podrá contener todo el detalle necesario de la incidencia (Figura 49).

Tipo	Mensaje
SMS	_ABIERTA_CERRADA_-_HORA_-_CENTRO_:FRECUENCIA_-_PROGRAMA_-_PID_-_ERROR_
MAIL	_CENTRO_ - _FRECUENCIA_ _PROGRAMA_ . Incidencia _ABIERTA_CERRADA_ a las _HORA_ _DESCRIPCION_.
ASUNTO	Incidencia _NIVEL_ _ABIERTA_CERRADA_ en _CENTRO_ - _FRECUENCIA_ - _PROGRAMA_ - _PID_ - _ERROR_

Seleccione los comodines que desee introducir en el mensaje.

Comodines:

_ABIERTA_CERRADA_-_HORA_-_CENTRO_:FRECUENCIA_-_PROGRAMA_-_PID_-_ERROR_

Recuerde que los mensajes enviados por SMS están limitados a 160 caracteres.

Figura 49 – Interfaz de configuración de mensajes.

Tanto para SMS como para correo electrónico se podrá seleccionar el modo de funcionamiento “Resumen” para agrupar los envíos de información.

Por ejemplo, en el modo de funcionamiento Normal, al ejecutarse una regionalización del contenido de La 1 para el multiplex RGE1 de Cataluña, se produce un cambio por el que se dejan de transmitir algunos componentes de subtítulos (inglés) y audiodescripción, lo que originaría el envío de un mensaje por cada fallo:

- Error en PMT: al desaparecer en dicha tabla la referencia del componente que tenemos definido en el sistema.
- Ausencia de PID: al no recibirse ningún paquete con el PID del componente eliminado.

En la Tabla 6 se pueden observar los mensajes enviados en modo Normal según una configuración de Asunto y Cuerpo de correo determinada.

Tabla 6 – Mensajes de correo electrónico por regionalización en modo Normal.

Asunto	Cuerpo
Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-105 - MPEG-1 AUDIO-Error en PMT	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia abierta a las 12:41:35. El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no aparece en la PMT.
Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-112 - SUBTITLING-Error en PMT	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia abierta a las 12:41:35. El PID 112 - SUBTITLING no aparece en la PMT.
Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-105 - MPEG-1 AUDIO-Ausencia de PID	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia abierta a las 12:41:35. El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no se ha recibido durante mas de 10 segundos.
Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-112 - SUBTITLING-Ausencia de PID	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia abierta a las 12:41:35. El PID 112 - SUBTITLING no se ha recibido durante mas de 30 segundos.
Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-112 - SUBTITLING-Error en PMT	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia cerrada a las 14:31:08. El PID 112 - SUBTITLING no aparece en la PMT.
Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-105 - MPEG-1 AUDIO-Ausencia de PID	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia cerrada a las 14:31:08. El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no se ha recibido durante mas de 10 segundos.
Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-105 - MPEG-1 AUDIO-Error en PMT	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia cerrada a las 14:31:08. El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no aparece en la PMT.
Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-112 - SUBTITLING-Ausencia de PID	CAT-Barcelona - RGE1 La 1. Incidencia cerrada a las 14:31:08. El PID 112 - SUBTITLING no se ha recibido durante mas de 30 segundos.

Según el funcionamiento en modo Resumen descrito en apartados anteriores, sólo se genera un correo electrónico cuando comienza la incidencia y otro cuando termina, cuyo contenido se puede ver en la Tabla 7, y que detalla en el cuerpo del correo lo que sintetiza en su asunto.

En el caso de SMS, el funcionamiento será similar al descrito para el asunto de los correos electrónicos, obteniendo sólo la información sintetizada para los campos configurados (ver Figura 49).

5.8 Mantenimientos

Como se ha visto en apartados anteriores, el sistema es muy flexible en lo que respecta a la asignación de niveles de alarma a las incidencias y su posterior filtrado para que sólo ciertos mensajes lleguen a los usuarios que deben ser notificados en cada caso.

Tabla 7 – Mensajes de correo electrónico por regionalización en modo Resumen.

Asunto	Cuerpo
Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-2 PIDs-2 errores	<p>4 incidencias abiertas</p> <p>Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 105 - MPEG-1 AUDIO Error en PMT Abierta a las 12:41:35 El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no aparece en la PMT</p> <p>Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 112 - SUBTITLING Error en PMT Abierta a las 12:41:35 El PID 112 - SUBTITLING no aparece en la PMT</p> <p>Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 105 - MPEG-1 AUDIO Ausencia de PID Abierta a las 12:41:35 El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no se ha recibido durante mas de 10 segundos</p> <p>Incendencia Media abierta en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 112 - SUBTITLING Ausencia de PID Abierta a las 12:41:35 El PID 112 - SUBTITLING no se ha recibido durante mas de 30 segundos</p>
Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona-RGE1-La 1-2 PIDs-2 errores	<p>4 incidencias cerradas</p> <p>Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 105 - MPEG-1 AUDIO Error en PMT Abierta a las 12:41:35, cerrada a las 14:31:08 El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no aparece en la PMT</p> <p>Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 112 - SUBTITLING Error en PMT Abierta a las 12:41:35, cerrada a las 14:31:08 El PID 112 - SUBTITLING no aparece en la PMT</p> <p>Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 105 - MPEG-1 AUDIO Ausencia de PID Abierta a las 12:41:35, cerrada a las 14:31:08 El PID 105 - MPEG-1 AUDIO no se ha recibido durante mas de 10 segundos</p> <p>Incendencia Media cerrada en CAT-Barcelona RGE1 : La 1 : 112 - SUBTITLING Ausencia de PID Abierta a las 12:41:35, cerrada a las 14:31:08 El PID 112 - SUBTITLING no se ha recibido durante mas de 30 segundos</p>

A pesar de todo ello, existen varias razones por las que puede ser conveniente alterar dicha configuración durante un cierto período de tiempo:

- Realización de trabajos programados: toda la red que compone un sistema de difusión por TDT requiere de la realización de tareas de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo. Por ejemplo, los trabajos que afectan a elementos comunes de toda la red, como la cabecera o la distribución troncal, pueden afectar de forma conocida a múltiples centros de supervisión, frecuencias, servicios y componentes.
- Jornada laboral: la recepción de avisos a cualquier día y hora puede no ser aceptable para algunos usuarios.
- Procesos repetitivos: como la desconexión territorial de contenidos que, como se explicó en apartados anteriores, puede provocar diferentes alarmas en intervalos de tiempo conocidos con antelación.

Se hace por tanto necesaria la existencia de un mecanismo que permita alterar temporalmente el nivel asociado a unas alarmas para los elementos que se requiera. El mecanismo permitirá la alteración de dos formas:

- Periódica: cuando se trate de eventos que se realizan en el mismo intervalo horario en días determinados de la semana. En la Figura 50 se puede observar un

ejemplo de mantenimiento por desconexión. Durante el mismo, todas las incidencias que se generen para los componentes afectados por el mantenimiento generarán alarmas de nivel bajo. Las alarmas de nivel bajo se registran en el sistema pero habitualmente no se emplean para generar notificaciones a los usuarios.

Gestión de Mantenimientos ✕

Definido Periódico

Nivel de Alarma
Bajo

Rango horario:

13

:

55

-

14

:

35

L:

M:

X:

J:

V:

S:

D:

Comentarios:

Desconexión territorial

Guardar
Limpiar

Figura 50 – Ejemplo de mantenimiento periódico por desconexión territorial.

- **Definida:** para alteraciones puntuales requeridas por intervenciones concretas y esporádicas en elementos del sistema. En la Figura 51 se puede observar un mantenimiento para evitar los avisos durante un trabajo programado que provocará una conmutación de cabecera. Previsiblemente, un trabajo de este tipo generaría errores en todos los elementos de un multiplex para cada sonda de supervisión.

Gestión de Mantenimientos ✕

Definido Periódico

Nivel de Alarma
Bajo

Fecha y hora inicial:

11/11/2014

:

03

:

00

Fecha y hora final:

11/11/2014

:

06

:

00

Comentarios:

TP.- pruebas de la cabecera de Backup de Tdt en Torrespaña.

Guardar
Limpiar

Figura 51 – Ejemplo de mantenimiento definido por trabajo programado.

Página 72

Lo habitual será que queramos aplicar los mantenimientos a diversos componentes, servicios o frecuencias, en función de la naturaleza de la incidencia prevista. Por ello, y para evitar la tarea repetitiva de introducir la misma información para todos ellos, contaremos con un mecanismo de copia que permita trasladar un mantenimiento a diferentes centros, frecuencias y componentes.

Como se puede observar en las figuras anteriores de los ejemplos de mantenimiento, es posible introducir un comentario en los mantenimientos. Esta información se copiará automáticamente en las incidencias generadas, lo que permitirá conocer su origen en consultas posteriores del histórico del sistema.

También se podrá generar un mantenimiento para los usuarios, de forma que se puedan definir los horarios en los que no se quieren recibir avisos o también períodos vacacionales en los que puede no ser adecuado el envío de este tipo de información.

5.9 Grabaciones

El sistema permitirá almacenar la trama de transporte de las emisiones que se incluyan en la supervisión del sistema.

En función de la capacidad de almacenamiento del equipo de supervisión y la importancia de la señal, se podrá ajustar el tiempo de emisión que se quiere mantener. Si se configura la grabación continua, la creación de nuevas grabaciones provocará automáticamente el borrado de las más antiguas en el sistema.

Cuando una sonda registre una alarma de nivel alto, el sistema guardará la grabación entorno al momento de inicio de la incidencia y del final de la misma. En cada sonda se configurará un espacio dedicado a estas grabaciones de incidencias de forma que el borrado de las grabaciones continuas no provoque su pérdida.

En numerosas ocasiones se reciben quejas o consultas acerca de problemas concretos en los programas emitidos, como fallos de sonido, de imagen, falta de subtítulos, etc. Resulta muy útil contar con estas grabaciones en la investigación de las causas de dichos problemas y para la búsqueda de una solución a los mismos cuando son repetitivos.

Los usuarios del sistema podrán acceder a las grabaciones existentes, seleccionar las partes de interés y descargarlas localmente para su reproducción o análisis con herramientas externas de análisis de la trama de transporte si fuera necesario (Figura 52).

En determinados casos, por problemas de capacidad o por no tener interés, la grabación continua de una señal no está indicada, pero puede resultar útil contar con la posibilidad de programar la grabación de una señal durante un período concreto de tiempo, bien

porque se vayan a realizar cambios que queramos registrar o bien por la emisión de eventos especiales que se quieran analizar posteriormente con detalle.

Grabaciones

Frecuencia:
GAL-Santiago: RGE1

Servicio:
La 2

Inicio, Hora, Minuto, Segundo:
24/10/2014 16 10 14

Fin, Hora, Minuto, Segundo:
24/10/2014 16 11 14

Descargar Visualizar Limpiar

Disponibles

Inicio	Fin
2014-10-28 09:00:00	2014-10-31 19:49:08
2014-10-27 16:09:41	2014-10-27 16:10:41
2014-10-27 15:59:28	2014-10-27 16:00:28
2014-10-27 14:26:44	2014-10-27 14:27:45
2014-10-27 13:58:11	2014-10-27 13:59:11
2014-10-25 00:39:05	2014-10-25 00:41:03
2014-10-24 16:10:14	2014-10-24 16:11:14
2014-10-24 16:00:02	2014-10-24 16:01:03

Figura 52 – Interfaz de selección de grabaciones.

Este tipo de grabaciones se podrá definir de una forma análoga a la que se ha visto para la generación de mantenimientos, también con duración definida o de forma periódica.

5.10 Informes

El sistema contará con la capacidad de crear y enviar por correo electrónico informes de resumen de las incidencias ocurridas en períodos seleccionables. La hora de envío será configurable por el administrador del sistema.

En función de la periodicidad, podremos generar los siguientes tipos de informes:

- Diarios: se enviarán diariamente y contendrán las incidencias ocurridas durante las 24 horas del día anterior.
- Semanales: se enviarán los lunes de cada semana y contendrán las incidencias ocurridas durante la semana anterior.
- Mensuales: se enviarán el primer día de cada mes y contendrán las incidencias ocurridas durante el mes anterior.

Se podrá configurar la creación de tantos informes como sea necesario en base a los siguientes criterios de selección de incidencias:

- Centros: se podrá hacer una selección múltiple entre todos los centros de supervisión.
- Frecuencias: se podrá hacer una selección múltiple de todos los multiplex y transponedores que se necesiten.

Los informes serán remitidos mediante correo electrónico a la lista o listas de usuarios que seleccionemos. Los correos electrónicos tendrán como asunto una descripción de la fecha de creación, la periodicidad y los centros y frecuencias incluidos. El nombre del fichero será configurable para cada informe en base a los siguientes campos:

- Fecha: día de generación del informe.
- Hora: hora de generación del informe.
- Periodo: periodicidad del informe.
- Centros: enumeración de los nombres de los centros incluidos en el informe.
- Frecuencias: enumeración de los múltiplex y/o transponedores incluidos en el informe.

En la Figura 53 se puede observar la interfaz que permite la configuración de todas las opciones indicadas anteriormente.

Figura 53 – Interfaz para configuración de informes periódicos.

Estos informes serán generados en formato de texto separado por comas con todos los campos disponibles de las incidencias. Dicho formato nos permitirá procesarlo en una aplicación de manejo de hojas de cálculo donde podremos extraer de manera sencilla datos útiles acerca de cualquier criterio que queramos aplicar, como por ejemplo:

- Número de incidencias por centro, frecuencia, servicio, etc., durante un determinado período de tiempo de análisis.
- Tiempo acumulado de incidencias según los criterios necesarios.
- Fallos más frecuentes, horas o fechas de mayor problemática.

5.11 Incidencias

Es habitual tener que realizar consultas en el histórico de las incidencias del sistema por lo que será necesario contar con una interfaz que permita hacer una consulta combinada con el filtro adecuado en base a la información de las incidencias.

Por ejemplo, para poder hacer un seguimiento de las incidencias en el servicio de “Radio Clásica HQ” ocurridas el 19 de noviembre de 2014, configuraremos el filtro tal y como aparece en la Figura 54. La búsqueda devuelve 16 incidencias relacionadas con el problema.

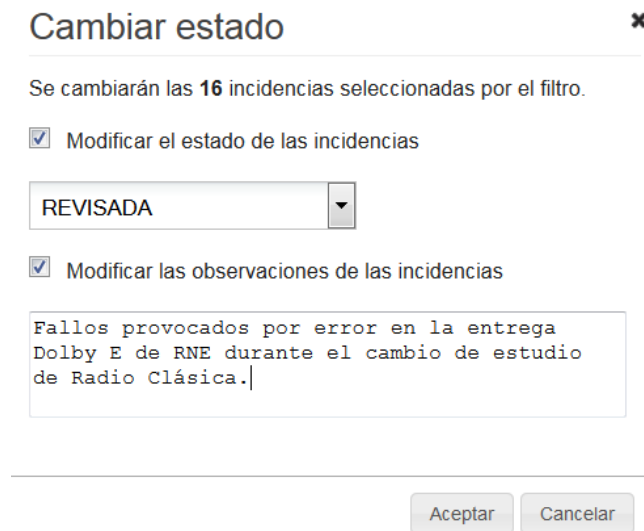
Incidencias

Centro	Elemento	Inicio	Fin	Tipo	Esta...
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 12:20:23	19/11/2014 12:57:11	Error en PMT	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 12:20:23	19/11/2014 12:57:11	Ausencia de PID	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 12:18:47	19/11/2014 12:19:56	Ausencia de PID	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 12:18:46	19/11/2014 12:19:56	Error en PMT	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 11:57:30	19/11/2014 12:18:35	Ausencia de PID	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 11:57:29	19/11/2014 12:18:35	Error en PMT	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 11:55:50	19/11/2014 11:55:51	Error en PMT	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 11:03:46	19/11/2014 11:51:23	Ausencia de PID	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 11:03:46	19/11/2014 11:51:23	Error en PMT	✗
MAD-Madrid	RGE2::Radio Clasica HQ::2012 - E-AC3...	19/11/2014 11:03:30	19/11/2014 11:03:36	Error en PMT	✗

Figura 54 – Interfaz de búsqueda de incidencias registradas en el sistema.

Cuando se genera una incidencia en el sistema, su estado por defecto es el de “NO REVISADA”. En este caso, una vez que el problema es corregido y conocemos los detalles que la provocaron, se procederá a cambiar su estado por el de “REVISADA” en la ventana de detalle, donde dispondremos de un campo de “OBSERVACIONES” en el que podremos introducir un texto descriptivo que nos aportará información útil si en el futuro volvemos a consultarla.

La modificación de estado y las observaciones que consideremos oportunas se podrá realizar de forma global para todas las incidencias seleccionadas por un filtro de búsqueda concreto (Figura 55).



Cambiar estado ✕

Se cambiarán las **16** incidencias seleccionadas por el filtro.

☒ Modificar el estado de las incidencias

REVISADA ▼

☒ Modificar las observaciones de las incidencias

Fallos provocados por error en la entrega
Dolby E de RNE durante el cambio de estudio
de Radio Clásica.

Aceptar Cancelar

Figura 55 – Modificación global en la revisión de incidencias.

También resultará útil, poder realizar una exportación de las incidencias filtradas en un fichero de informe que pueda ser procesado como hoja de cálculo, según el formato separado por comas comentado en apartados anteriores.

5.12 Gráficos de parámetros

Según vimos previamente, el sistema guarda cada pocos segundos los parámetros de recepción de la señal para cada una de las frecuencias configuradas en los equipos de supervisión.

Estos datos sirven para abrir incidencias cuando se encuentran fuera del rango que definamos pero también son almacenados en la base de datos del sistema. Para poder acceder a los datos almacenados, dispondremos de una interfaz en la que podremos seleccionar un período de tiempo determinado, el parámetro que queramos consultar, el centro o centros de supervisión, y la frecuencia o frecuencias que sean de interés.

Una vez seleccionados los criterios, la consulta nos devolverá los datos de dos formas distintas: en un gráfico y en un resumen de datos que contendrá los valores de mínimo, máximo, media y desviación típica.

En la Figura 56 se puede observar la evolución de la BER en un período de varios minutos para el múltiplex RGE1 en los centros de Santiago (A Coruña), Archanda (Bilbao) y Torrente (Valencia). Se observa como de forma simultánea se registra un aumento de la tasa de error para dos de los centros y una pérdida total de señal en el tercero.

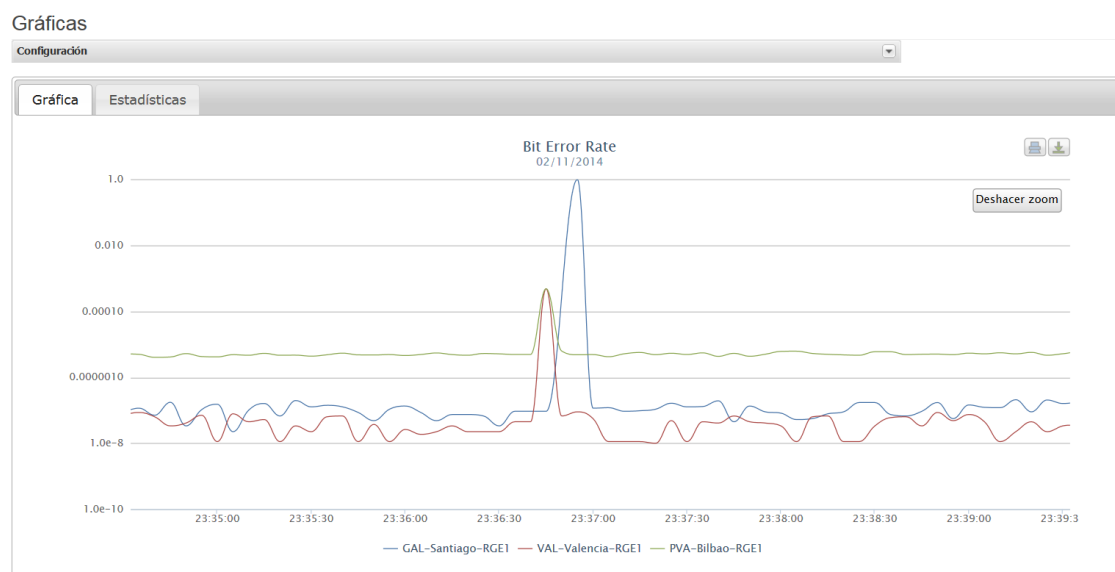


Figura 56 – Gráfica de BER para tres centros.

Tal y como se vio en capítulos anteriores, los múltiplex RGE1 de estas tres CC.AA. se generan de forma conjunta en la cabecera, dadas sus características comunes de capacidad de desconexión territorial. El problema que generó esta incidencia tuvo su origen en un equipo que sólo afecta a las comunidades correspondientes puesto que no se registró ninguna incidencia en el resto de sistemas de supervisión.

Capítulo 6 - Desarrollo e implantación

6.1 Introducción

En el análisis del desarrollo y la implantación del sistema, comenzaremos por analizar cuáles son los requisitos que deberán reunir los emplazamientos donde ubicar las sondas de supervisión del sistema. Tendremos en cuenta las necesidades de recepción de las emisiones, de facilidades para su instalación y de conectividad con el sistema central de gestión.

Describiremos someramente el proceso administrativo del pedido del sistema y los equipos incluidos en el mismo.

Detallaremos las tareas requeridas en la ejecución del proyecto, tanto desde el punto de vista del proveedor como del cliente. La recopilación de las tareas a desarrollar por el cliente permitirá estimar posteriormente el trabajo desarrollado internamente y su coste asociado.

Finalmente recogeremos las dependencias de las tareas del proyecto y su duración para presentar el calendario estimado de ejecución del proyecto en un diagrama de Gantt, así como las desviaciones del mismo y sus causas.

6.2 Ubicaciones

Cuando se plantea la elección de los emplazamientos donde se ubicarán las diversas sondas de supervisión, conviene tener en cuenta los siguientes criterios:

- Cobertura: será importante hacer un seguimiento de aquellos centros con mayor cobertura ya que un fallo en estos centros afectará a un importante número de espectadores.
- Importancia: será relevante cubrir las capitales autonómicas y, si fuera posible, las capitales de provincia.
- Diversidad: puesto que el múltiplex RGE1 tiene contenido distinto en cada Comunidad Autónoma, será adecuado tener al menos un punto de supervisión en cada una de ellas.
- Conectividad: las sondas de supervisión deberán disponer de conectividad de red para el tráfico de datos con el servidor central, que se ubicará en Prado del Rey.
- Accesibilidad: tanto para la instalación y puesta en marcha, como para el mantenimiento, será necesaria la presencia física de técnicos que puedan acceder a los sistemas cuando sea requerido.

6.2.1 Selección

En base a los criterios anteriores y teniendo en cuenta la red de centros propios que RTVE tiene en diversos puntos de la geográfica española, se decidió ubicar mayoritariamente las sondas de supervisión en los Centros Territoriales y de Producción pertenecientes a RTVE.

Tanto los Centros Territoriales como los de Producción se encuentran ubicados en las diferentes capitales autonómicas, y todos ellos cumplen ampliamente con los criterios expuestos anteriormente:

- Cobertura: al estar ubicadas en capitales autonómicas, los centros emisores de los que recibirán la señal cubrirán poblaciones importantes. Aunque no tendremos supervisión de los centros por orden estricto de cobertura, podremos abarcar casi la mitad de la población española con estas ubicaciones.
- Importancia: todas las capitales autonómicas estarán cubiertas. Si se pudiera expandir el sistema e incrementar los puntos de supervisión, se intentaría integrar en las capitales de provincia, donde existen delegaciones de RTVE.
- Diversidad: al cubrir las capitales autonómicas aseguraremos un punto de supervisión por cada múltiplex RGE1 que generamos, lo que permitirá detectar fallos en cualquier punto de la cabecera de TDT.

- Conectividad: todos los centros de RTVE poseen circuitos de datos con el centro de Prado del Rey, lo que permitirá dirigir el tráfico del sistema a través de una red gestionada y no a través de Internet. De esta forma podremos garantizar también que la red de datos soporta una velocidad suficiente para que se pueda acceder por “streaming” al contenido audiovisual decodificado por la sonda.
- Accesibilidad: al situar los sistemas en ubicaciones de RTVE, se garantiza el libre acceso para realizar las tareas de instalación y operación que puedan ser necesarias.

La existencia de personal técnico en las ubicaciones también permite la realización de las mínimas tareas presenciales que sea necesario realizar, como reinicios del sistema, comprobación de señales, cambio de elementos defectuosos, etc.

Para la supervisión de la difusión por satélite hay que tener presente que sólo es posible realizarla en zonas incluidas en la huella de cobertura del satélite con buen nivel de señal para evitar la necesidad de antenas parabólicas de gran tamaño. Mientras que las emisiones de Europa y África se pueden supervisar cómodamente desde cualquier punto de la península o de las Islas Canarias respectivamente, la supervisión para las emisiones de América y de Asia/Oceanía deberá ubicarse en áreas geográficas donde RTVE no cuenta con infraestructura ni personal técnico.

Los operadores que prestan el servicio de difusión por satélite cuentan con telepuertos si realizan ellos mismos la subida al satélite, o bien con centros de control en las áreas geográficas de interés. De forma ideal, se incluirá en el servicio de difusión por satélite el requisito de dar alojamiento a una sonda del sistema y proporcionar tanto señal de radiofrecuencia de bajada del satélite como conectividad de datos con uno de los centros de producción de RTVE.

Según todo lo comentado anteriormente, podemos determinar el número de puntos de supervisión que tendrá el sistema:

- 1 sonda de TDT y satélite en Madrid y Canarias (2): en Madrid se supervisará la difusión por satélite para Europa y en las Islas Canarias la de África.
- 1 sonda de TDT en el resto de CC.AA. (16): se incluirá una adicional en Ceuta.
- 1 sonda de satélite para la supervisión de la difusión en Asia/Oceanía y América (2).
- 1 sonda de TDT y satélite adicional como repuesto: además servirá para poder realizar pruebas de nuevas versiones y configuraciones del sistema en Madrid.

6.2.2 Necesidades del sistema de recepción

Cada sonda de supervisión de TDT requerirá de una antena de recepción de televisión estándar, tipo Yagi-Uda (Figura 57). La ganancia que suelen proporcionar estas antenas en su haz principal es de unos 15 dB aunque varía en función del canal en el que esté el múltiplex que queremos recibir.

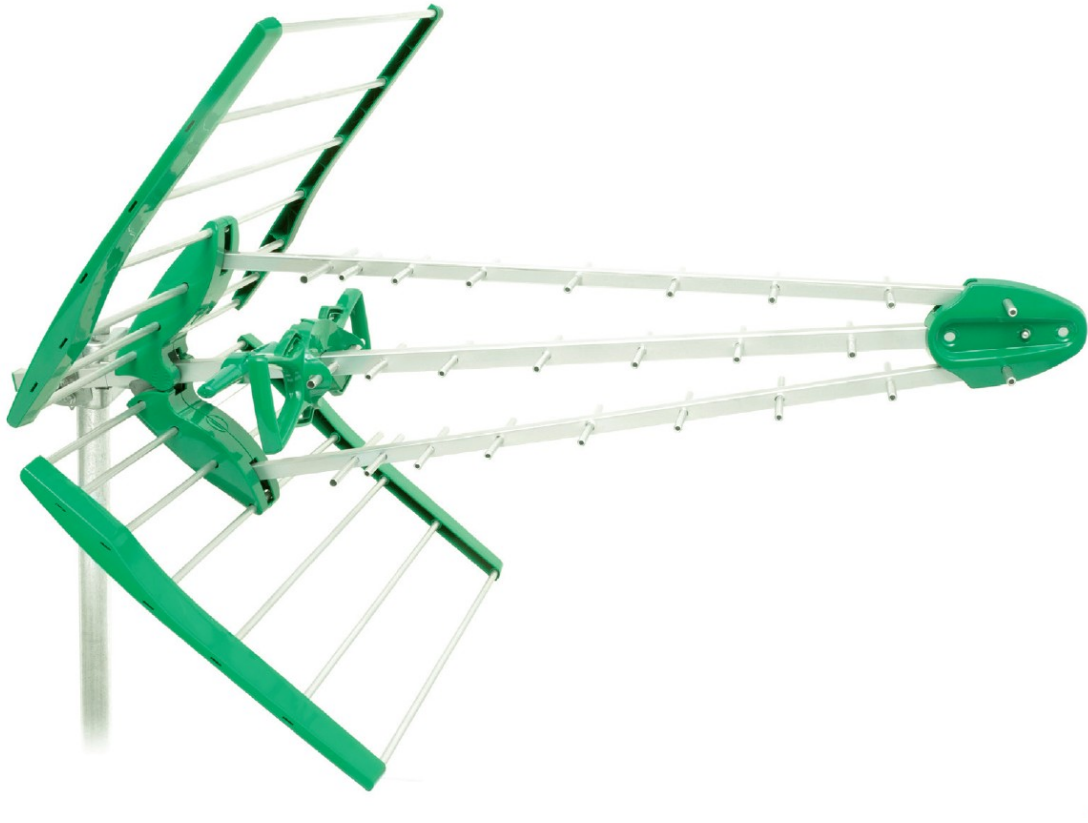


Figura 57 – Antena FlashHD LTE de Ikusi.

Las antenas se ubicarán en las azoteas de los edificios y pueden ser fijadas en mástil o en pared, según las necesidades de cada ubicación. Dada la ubicación de los centros de RTVE y su proximidad a los centros emisores que deseamos supervisar, no será necesario que se instale ningún elemento amplificador entre la antena y la sonda de supervisión, lo que eliminará elementos activos.

Puesto que vamos a realizar la supervisión de al menos dos múltiplex de forma simultánea, será necesario entregar dos señales a la sonda. Requeriremos la instalación de un “splitter” que reparta la señal recibida de la antena en tres salidas de forma equitativa (Figura 58). La tercera salida, se instalará en un panel ciego, con la carga correspondiente de 75 Ω , lo que permitirá realizar medidas sin tener que retirar la señal de las sondas de supervisión.

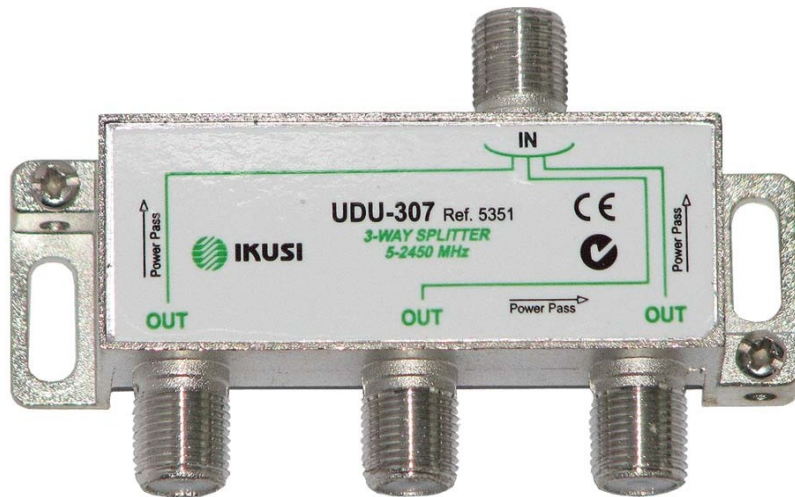


Figura 58 – Repartidor de 3 salidas Ikusi UDU-307.

Para la recepción de satélite la solución se adaptará a las diferentes ubicaciones:

- La emisión para Europa se realiza a través de satélites en posiciones orbitales con una larga tradición en el continente, por lo que el Control Central de TVE en Madrid, tanto en Torrespaña como en Prado del Rey, disponen de señal distribuida de las diferentes bandas y polaridades que se pueda requerir.
- Lo mismo ocurrirá en los centros operados por terceros para América y Asia/Oceanía, donde se solicitará la conexión de la sonda a la señal de radiofrecuencia de la que disponga el operador en la banda y polaridad donde se estén difundiendo los servicios de RTVE.
- La supervisión de la emisión para el continente africano se realizará desde el Centro de Producción de Las Palmas, donde se instalará el sistema de recepción adecuado (LNB y antena parabólica) para la banda C, que exige reflectores de mayor tamaño que la banda Ku.

6.2.3 Conectividad

Todos los Centros Territoriales y de Producción cuentan con conexión a los centros de Torrespaña y Prado del Rey. De esta forma, no será necesario pasar a través de Internet para poder recopilar los datos de la supervisión, las grabaciones y el acceso al contenido audiovisual decodificado por la sonda.

El direccionamiento de red deberá permitir que cualquier usuario en cualquier ordenador de la red corporativa pueda acceder al servidor central, que será la puerta de acceso a todo el sistema a través de navegador web.

La visualización en “streaming” del contenido audiovisual decodificado por la sonda requerirá conectividad directa entre el equipo desde el que accede un usuario y la sonda de supervisión. Dicho tráfico no pasa a través del servidor central para evitar saturación en dicho nodo cuando múltiples usuarios se conectan simultáneamente a diferentes

sondas. El direccionamiento de la red deberá permitir por tanto la conectividad de cualquier usuario con cualquier sonda (Figura 59).

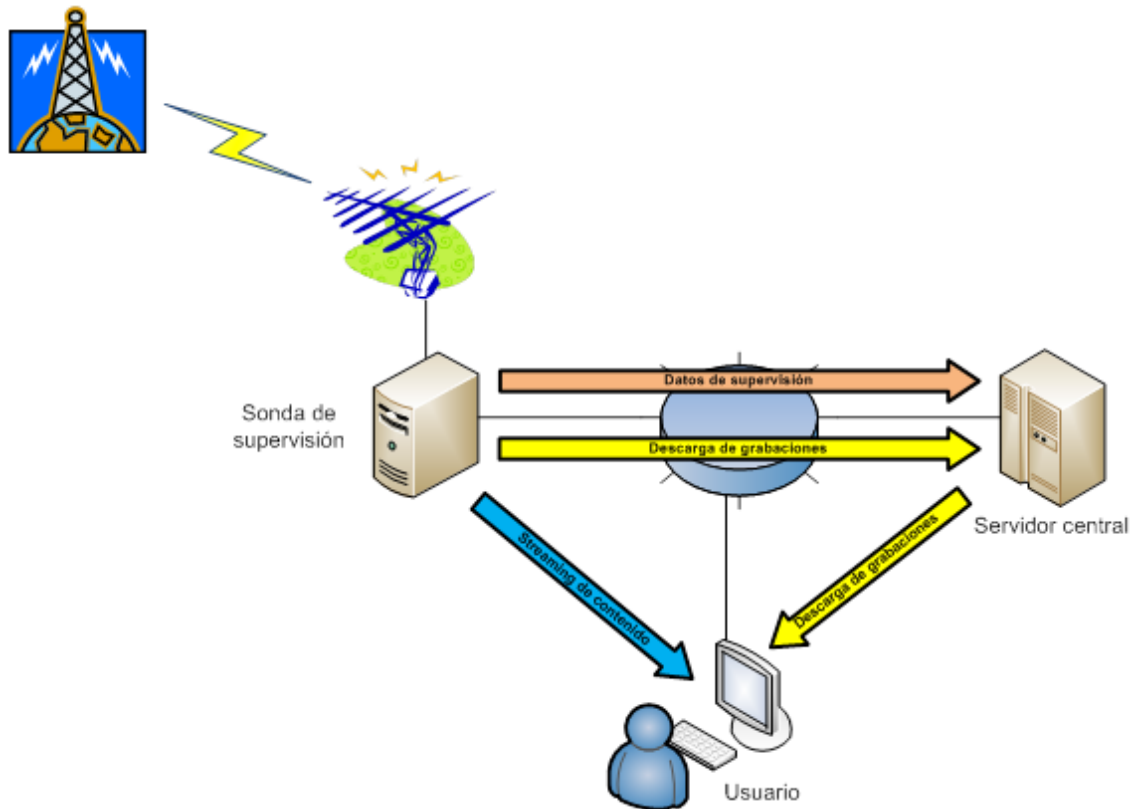


Figura 59 – Tráfico de red entre los elementos del sistema de supervisión.

Para aquellas sondas de supervisión de satélite que se instalen en ubicaciones que no sean propiedad de RTVE y por tanto no dispongan de conectividad de datos con los centros de producción, se tendrán dos opciones:

- Solicitar al operador que realice el servicio de difusión por satélite la conectividad entre un centro de RTVE y la sonda de supervisión.
- Contratación de línea tipo ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) en la ubicación de la sonda y conexión a través de VPN (Virtual Private Network) con el sistema central.

6.3 Proceso administrativo

Para la ejecución del proyecto se elaboró una memoria justificativa de las necesidades que cubriría el nuevo sistema. Con anterioridad al sistema descrito en este proyecto, se contaba con un sistema de menores prestaciones instalado en sólo cuatro ubicaciones (Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla).

Se planteó una expansión del mismo en cuanto a prestaciones y puntos de supervisión, de manera que fuera posible establecer al menos un punto de supervisión en cada Comunidad Autónoma y para cada señal satelital empleada por RTVE para la difusión de sus servicios digitales de radio y televisión.

Se elaboró un pliego de condiciones administrativas y técnicas en el que se recogían la mayoría de las funcionalidades que se han detallado con antelación. Una vez presentadas y analizadas las ofertas se emitió un informe técnico de cumplimiento de las condiciones del pliego para cada una de ellas.

Combinando el cumplimiento de los requisitos técnicos del pliego y la oferta económica de cada licitador se seleccionó a la empresa adjudicataria del proyecto.

6.4 Hardware necesario

Los sistemas se basan en una arquitectura PC, en chasis de formato rack 19". Por un lado tendremos el equipo servidor, que se ubicará en las instalaciones centrales de la compañía, y por otro lado los equipos de supervisión de señal que se ubicarán allí donde queremos supervisar las señales difundidas.

Ambos sistemas requerirán de interfaces de red Ethernet para conexión a la red de datos que permita las comunicaciones descritas en capítulos anteriores.

6.4.1 Servidor

El equipo servidor tendrá como requisito disponer de almacenamiento con protección frente a fallos. De forma básica necesitaremos un equipo con una controladora capaz de soportar almacenamiento con dos discos en espejo. Los requisitos de capacidad de almacenamiento no se prevén muy altos puesto que simplemente albergará la base de datos, que no genera un volumen de datos importante.

El sistema deberá poder almacenar al menos los datos de supervisión de los últimos seis meses, aunque la profundidad del histórico podrá ser seleccionada en base al crecimiento que se observe en el tamaño de la base de datos.

Recordando que es posible la exportación de las incidencias en ficheros de hoja de cálculo, cualquier análisis basado en los elementos que hayan sido borrados de la base de datos podrá ser realizado en un programa de tratamiento de hoja de cálculo sobre dicho histórico de incidencias.

6.4.2 Sondas de supervisión

En función de la señal a supervisar, el PC contará con el tipo de tarjeta de recepción adecuada, DVB-T o DVB-S. En cualquier caso se tratará de módulos del mercado de consumo que proporcionan la información requerida acerca de la señal a supervisar.

No se estiman requisitos especiales en lo que se refiere al almacenamiento necesario en las sondas, por lo que no se contará con protección ante fallo de disco que encarecería el sistema globalmente. El sistema graba de forma continua las tramas de transporte de los multiplex y/o servicios necesarios pero una pérdida de la grabación no tiene consecuencias importantes ya que ningún servicio prestado en la Corporación depende de dichos ficheros, sólo son requeridos en caso de necesidad de consulta puntual.

Según los parámetros de modulación del sistema DVB-T elegidos en España, la velocidad del multiplex es de 19,91 Mbps, lo que arroja unos datos de ocupación en disco de:

$$19,91 \frac{Mb}{s} \cdot \frac{1 \text{ Byte}}{8 \text{ bits}} \cdot \frac{1 \text{ Mib}}{1,024 \text{ Mb}} \cdot \frac{60s}{1 \text{ min}} \cong 146 \frac{\text{MiB}}{\text{min}} \approx 8,54 \frac{\text{GiB}}{\text{hora}} \cong 205 \frac{\text{GiB}}{\text{día}}$$

Si ocurriera una incidencia en una desconexión territorial un viernes y se tuviera conocimiento de la misma el lunes por la mañana, sería necesario contar con una capacidad de grabación de al menos tres días, lo que supone unos 615 GiB.

El caso expuesto sería apropiado para el multiplex RGE1, donde la sonda ubicada en cada Comunidad Autónoma graba una trama de transporte diferente. Para el multiplex RGE2, la trama de transporte es idéntica en todas las CC.AA., por lo que no tiene tanta relevancia su grabación local en cada ubicación, y bastará con tener esos tres días mínimos de almacenamiento en una de las ubicaciones.

Para que la grabación de las tramas de transporte de dos multiplex, de al menos 40 Mb/s, no interfiera con el funcionamiento del sistema operativo de la máquina, parece recomendable contar con un disco de sistema de unos 500 GiB y un disco para grabaciones de tramas de al menos 1 TiB.

En los sistemas que requieran grabaciones adicionales por incluir supervisión de difusión por satélite, será necesario realizar los cálculos anteriores con los parámetros concretos de régimen binario empleado en dicha difusión.

6.5 Calendario

La empresa adjudicataria del proyecto no disponía del producto finalizado, si no que planteó el desarrollo de un nuevo producto en base a la demanda de un sistema de supervisión realizada por RTVE.

Al no tratarse de la implantación o particularización de un producto existente y sí de un nuevo desarrollo, se abrieron las siguientes ventajas e inconvenientes:

- Flexibilidad para el diseño de la herramienta a medida de las necesidades de RTVE.
- Menor fiabilidad inicial.
- Mayor tiempo de desarrollo.
- Despliegue de funcionalidades por fases.

Este hecho determinó que en la elaboración del calendario, la configuración de los sistemas hardware y el desarrollo del aplicativo tuvieran una duración especialmente significativa. También era de esperar que surgieran problemas imprevistos al tratarse de un producto que no se encontraba en funcionamiento en otros clientes.

6.5.1 Reuniones de arranque y seguimiento

Tras la adjudicación del proyecto se mantuvo una reunión en la que se presentó y discutió el calendario de desarrollo del proyecto. Con posterioridad y de forma periódica, se mantuvieron reuniones de seguimiento del proyecto, para evaluar los riesgos y amoldar el desarrollo a la evolución ejecutada.

Al tratarse de un desarrollo casi a medida, fue necesario mantener diversas sesiones donde definir de forma adecuada y detallada, funcionalidades, interfaces y funcionamiento del sistema.

6.5.2 Hardware

Según los requisitos expuestos anteriormente, será necesario hacer el acopio de material y su ensamblaje.

Para una mejor gestión y detección temprana de fallos en los equipos, el calendario contemplará la sucesiva puesta en marcha en banco de pruebas de cada uno de los sistemas de supervisión del sistema en Prado del Rey.

La realización de pruebas de funcionamiento real de los sistemas antes de su envío demorará su envío a las ubicaciones definitivas pero permitirá ahorrar tiempo y gasto en caso de fallos de ciertos componentes.

6.5.3 Desarrollo software

Partiendo de los requisitos funcionales acordados en la reunión de arranque, y al tratarse de un sistema de nuevo desarrollo, es necesario que se realicen sucesivas revisiones del proceso de implementación.

Es habitual que el desarrollo tenga que ser modificado por las siguientes causas, entre otras:

- Disparidad en la interpretación de un requisito entre el solicitante y el implementador, por lo que será necesario converger entre lo expresado como requisito y lo necesario funcionalmente.
- Imposibilidad de cumplir un requisito o necesidad de recursos excesivos para el cumplimiento, por lo que es necesario encontrar alternativas.
- Comprobación de que la implementación de un requisito crea una nueva necesidad no prevista para que la operativa del sistema sea razonable.

Con objeto de poder llevar un seguimiento de los fallos o incidencias que se detectan en la implementación del sistema, resulta necesario establecer algún mecanismo que permita su gestión.

Se dispuso de una herramienta que permite crear registros en los que se describe el problema detectado, asignándoles una prioridad determinada relacionada con su impacto sobre el funcionamiento del sistema global. La herramienta permite establecer asignaciones de recursos para su resolución y establecer una fecha estimada de resolución. Esta herramienta puede ser desde una sencilla hoja de cálculo con los campos apropiados hasta un sistema más potente y adecuado basado en web que permita el acceso concurrente de los usuarios que necesiten manejarla.

6.5.3.1 Sistema central

Las primeras tareas de desarrollo se deberán basar en la definición del sistema central, que contendrá al menos las siguientes etapas:

- Desarrollo de la arquitectura de la base de datos.
- Desarrollo de la interfaz web.
- Desarrollo de la lógica de eventos.
- Desarrollo de la lógica de alarmas.
- Prueba de integración de SMS.
- Prueba de integración de correo electrónico.

- Pruebas de maqueta.

6.5.3.2 Sondas de supervisión

Para las sondas que se instalarán en las distintas ubicaciones, las tareas se agruparán principalmente en las siguientes etapas:

- Manejo de los receptores DVB-T y DVB-S.
- Recogida de parámetros de señal.
- Análisis de trama de transporte.
- Generación de “streaming” del contenido.

6.5.4 Implantación

La fase de implantación deberá cubrir la creación de la red de comunicación TCP/IP entre todos los elementos del sistema: servidor central y sondas, con la correspondiente asignación de direcciones IP y configuración de la electrónica de red de la Corporación RTVE dispersa por todos los centros donde se ubiquen los equipos.

El servidor central deberá ser ubicado en una sala acondicionada y con seguridad apropiada para este tipo de sistemas, que garantice un fácil acceso en caso de necesidad de reparación por fallo de alguno de los componentes del equipo.

En cuanto a las sondas de supervisión se deben cubrir las siguientes tareas:

- Acopio de equipos (global).
- Instalación y configuración.
- Envío a RTVE Prado del Rey (global).
- Configuración y banco de pruebas.
- Envío de sonda a ubicación definitiva.
- Instalación en ubicación definitiva.
- Pruebas de funcionamiento y carga.
- Puesta en servicio.

Con el fin de evitar desplazamientos a todas las ubicaciones donde se instalen las sondas de supervisión se elaborará una guía de instalación con los pasos a seguir para la puesta en marcha. Gracias a esta guía, los técnicos locales podrán realizar las conexiones necesarias de forma coordinada con los responsables del sistema.

6.5.5 Puesta en marcha

Toda vez que el servidor central se encuentre operativo, comenzará la puesta en marcha del sistema de forma gradual. Progresivamente, y según se complete la instalación de cada sonda de supervisión, se irá integrando cada centro de supervisión en el sistema.

Esta puesta en marcha progresiva permitirá ir detectando anomalías que podrán ser corregidas en los sistemas restantes con anterioridad a su puesta en marcha.

6.5.5.1 Pruebas de aceptación

Se realizará un protocolo de pruebas que permita validar las funcionalidades del sistema de supervisión. Será necesario identificar aquellas pruebas que se estimen suficientes sin que sean exhaustivas en cuanto al tiempo requerido, basándose por tanto en comprobar el funcionamiento de las herramientas descritas con anterioridad, sin pretender evaluar todas las casuísticas posibles pero incluyendo las más habituales y razonables.

Se elaborará un documento que servirá de base para la validación de la configuración y de las funcionalidades del sistema. El cumplimiento de todas las pruebas indicará que el sistema está listo para su puesta en explotación.

En los siguientes puntos se recogen las principales cuestiones a tener en cuenta en el proceso, sin pretender ser una enumeración exhaustiva de las pruebas, que deberían de adecuarse a la implementación final de los requisitos del sistema.

6.5.5.1.1 Condiciones de las pruebas

Las pruebas se realizarán sobre el sistema en su ubicación final, y con los cableados y conexiones definitivas ultimadas y comprobadas.

Las pruebas se realizarán siempre en presencia de los técnicos apropiados de RTVE y el proveedor, y se validará o no tras su realización, indicando si la prueba tiene o no un resultado correcto, y los comentarios que el personal técnico de RTVE deseen realizar sobre la misma, bien por comentario general, bien por causa de fallo. En cada prueba se especificará el método de medida a utilizar, descrito en términos generales.

Con posterioridad a las pruebas, el proveedor fijará una fecha para la resolución de las incidencias detectadas. Será entonces cuando se evalúe nuevamente la prueba pendiente.

6.5.5.1.2 Entorno

Las pruebas de entorno estarán encaminadas a validar las condiciones externas al equipo de supervisión en cada punto de supervisión, recogiendo entre otras las siguientes comprobaciones:

- Condiciones ambientales y físicas adecuadas: temperatura, humedad, energía.

- Disponibilidad de señal: medida de señal DVB-T y/o DVB-S en las frecuencias a supervisar con equipamiento de instrumentación.
- Conectividad de la red de comunicaciones: tráfico TCP/IP con el servidor central, velocidad de transferencia disponible, acceso a servidor NTP (Network Time Protocol).

6.5.5.1.3 Equipamiento

Se verificará el correcto encendido de los equipos y el funcionamiento de los indicadores de actividad del chasis de la sonda, así como la correcta detección de las entradas de señal DVB-T y/o DVB-S en cada una de las sondas.

6.5.5.1.4 Configuración

Se verificará para cada sonda de supervisión:

- Frecuencias y servicios de los múltiplex y transponedores.
- Parámetros de grabación de cada frecuencia en cuanto a espacio asignado y porcentaje para histórico de incidencias.

Para el sistema:

- Se permite crear servicios genéricos, frecuencias, tipos de contenido, tablas, iconos, parámetros generales de supervisión, etc.
- Se permite la creación de un centro de supervisión, así como sus frecuencias y su contenido.

6.5.5.1.5 Funcionalidades generales del sistema

Entre otras, se verificarán las siguientes funcionalidades:

- Acceso a la interfaz web del sistema con control de acceso por usuario y contraseña, otorgando acceso con los derechos correspondientes según el tipo de usuario definido.
- Grabaciones: se tiene acceso a las grabaciones de las frecuencias configuradas, pudiendo realizar visionado de las mismas y descarga de su contenido.
- Gráficas: se permite seleccionar y visualizar datos de los parámetros de señal de las sondas y frecuencias seleccionadas.
- Acceso por “streaming” al contenido de la sonda y selección de servicios y componentes a incluir.
- Generación de incidencias mediante la simulación de errores de señal, con la creación asociada de alarmas y almacenamiento de la señal grabada durante la misma.
- Generación de informes periódicos con la información adecuada y envío a los destinatarios apropiados.

- Consulta de histórico de incidencias, realizando diferentes filtrados y generando los ficheros de informe que las contengan.

6.5.5.1.6 Sondas de supervisión

Se comprobará el acceso a los parámetros de funcionamiento del sistema (CPU, uso de disco, memoria, red, etc.), así como a los ficheros de log de funcionamiento.

Cuando los sistemas lleven varios días de funcionamiento se verificará la ausencia de errores en los ficheros de log, la carga del sistema, el uso de memoria, la gestión del espacio de grabación, etc.

6.5.5.2 Documentación y formación

Se requerirá la creación de los siguientes manuales del sistema:

- Guía de administración: recogerá toda la información necesaria para modificar las configuraciones del sistema, realizar las comprobaciones necesarias de funcionamiento, gestionar el servidor central y las sondas de supervisión, etc.
- Guía de usuario: contendrá información acerca de cómo hacer uso de las funcionalidades del sistema en lo que respecta a la interfaz web de acceso al sistema y las diferentes secciones.

6.6 Diagrama de Gantt

Según las tareas descritas anteriormente, en la Figura 60 se puede observar el diagrama de Gantt previsto del proyecto.

El proyecto siguió de manera bastante fiel el calendario planeado, y estuvo operativo en las fechas previstas, con las siguientes salvedades:

- La puesta en marcha de las sondas de supervisión de satélite de América y Asia/Oceanía se demoró por los trámites y acuerdos necesarios para ubicarlas en instalaciones que no eran propiedad de RTVE.
- El servidor central dejó de funcionar por fallo de sistema operativo provocado por un fallo de disco duro. El sistema estuvo parado unos días y fue necesario sustituir el disco, lo que provocó la inclusión de un sistema de almacenamiento con protección de disco en espejo para el servidor central.
- Pocos días después de que el sistema estuviera operativo comenzaron a aparecer problemas en diversas sondas por los que algunos equipos dejaban de responder al sistema central y no actualizaban la información necesaria de la señal de difusión. Finalmente el problema se localizó en una partida defectuosa de discos duros, por lo que fue necesario sustituir los discos duros de cinco de las sondas.

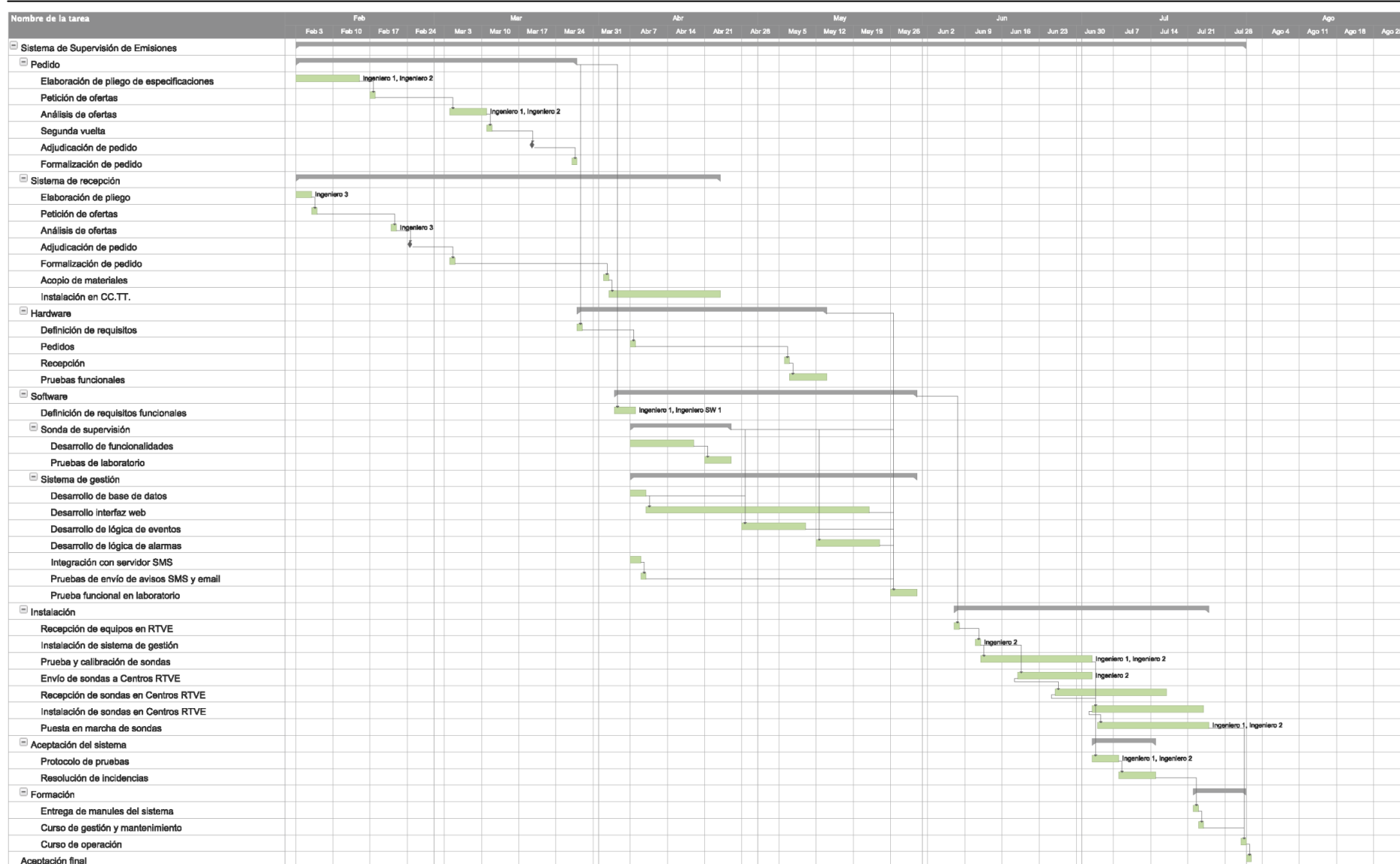


Figura 60 – Diagrama de Gantt previsto del proyecto.

- Fruto de las pruebas de aceptación del sistema y del uso cotidiano posterior, se detectaron y solucionaron más de 180 “bugs” del sistema. Para su gestión se empleó el software de gestión de proyectos “Redmine”, donde RTVE introdujo las anomalías detectadas para ser gestionadas y solucionadas por el proveedor. Gracias a la herramienta “Redmine”, la gestión de las incidencias y su información asociada se realiza de forma automática, manteniendo el flujo de información entre todos los involucrados en el proceso.

Los recursos dedicados para el proyecto son los siguientes:

- Ingeniero 1 e Ingeniero 2: son los encargados de hacer la gestión del proyecto por parte del cliente y la puesta en marcha del sistema, así como las tareas de coordinación con el proveedor y los usuarios internos. Su participación en las diferentes tareas se recoge en la Tabla 8. Las tareas realizadas por el autor del proyecto son las correspondientes a “Ingeniero 1”.

Tabla 8 – Asignación de los recursos Ingeniero 1 e Ingeniero 2.

ID del Recurso		Nombre del recurso		
1		Ingeniero 1		
ID de Tarea	Tarea	Trabajo	Unidades asignadas	
5	Análisis de ofertas	20 horas	50%	
38	Prueba y calibración de sondas	60 horas	50%	
42	Puesta en marcha de sondas	60 horas	50%	
23	Definición de requisitos	16 horas	100%	
3	Elaboración de pliego	40 horas	50%	
44	Protocolo de pruebas	24 horas	100%	
		220 horas		
2		Ingeniero 2		
ID de Tarea	Tarea	Trabajo	Unidades asignadas	
44	Protocolo de pruebas	24 horas	100%	
38	Prueba y calibración de sondas	60 horas	50%	
3	Elaboración de pliego	40 horas	50%	
37	Instalación de sistema de gestión	8 horas	100%	
5	Análisis de ofertas	20 horas	50%	
42	Puesta en marcha de sondas	60 horas	50%	
39	Envío de sondas a Centros	20 horas	25%	
23	Definición de requisitos	16 horas	100%	
		248 horas		

- Ingeniero 3: es el responsable de la instalación del sistema de recepción en las ubicaciones de RTVE donde se ubicarán las sondas de supervisión. Su dedicación al proyecto se recoge en la Tabla 9.

Tabla 9 – Asignación del recurso Ingeniero 3.

ID del Recurso		Nombre del recurso		
3		Ingeniero 3		
ID de Tarea	Tarea	Trabajo	Unidades asignadas	
10	Elaboración de pliego	24 horas	100%	
12	Análisis de ofertas	8 horas	100%	
		32 horas		

- Técnico 1: en este recurso englobamos los técnicos de los distintos centros de RTVE donde instalaremos las sondas de supervisión. Su participación en el proyecto engloba las tareas de instalar mecánicamente la sonda en su ubicación y realizar las conexiones necesarias (energía, sistema de recepción y conectividad). En la Tabla 10 se recoge su trabajo estimado en el proyecto.

Tabla 10 – Asignación del recurso Técnico 1.

ID del Recurso		Nombre del recurso		
4		Técnico 1		
ID de Tarea	Tarea	Trabajo	Unidades asignadas	
41	Instalación de sondas en Centros	60 horas	50%	
		60 horas		

Capítulo 7 - Presupuesto

7.1 Costes de personal

En este apartado recogemos los costes de personal en los que se incurrirá, exceptuando los de la empresa adjudicataria del sistema.

Como se describió en el capítulo anterior, la ejecución del proyecto ha requerido la participación de tres ingenieros y un técnico. A partir de las horas de trabajo y tareas ya recogidas para cada uno de ellos, la Tabla 11 agrupa el coste total de personal de RTVE.

Tabla 11 – Costes de personal de RTVE.

RECURSO	TRABAJO (horas)	COSTE (€/hora)	TOTAL
Ingeniero 1	220	60	13.200,00 €
Ingeniero 2	248	60	14.880,00 €
Ingeniero 3	32	60	1.920,00 €
Técnico 1	60	30	1.800,00 €
TOTAL sin IVA			31.800,00 €

7.2 Costes de material

El presupuesto aproximado de adquisición del sistema de supervisión se recoge en la Tabla 12.

Tabla 12 – Presupuesto de adquisición del sistema de supervisión.

DESCRIPCIÓN	IMPORTE	CANTIDAD	TOTAL
Aplicación de monitorado de emisiones	14.250,00 €	1	14.250,00 €
Licencia Mosaico streaming	1.425,00 €	21	29.925,00 €
Licencia Sonda	1.425,00 €	21	29.925,00 €
Servidor 1U servidor de alarmas	1.140,00 €	1	1.140,00 €
Servidor 4U Sonda 500GB	1.167,55 €	19	22.183,45 €
Servidor 4U Sonda 1TB	1.267,55 €	2	2.535,10 €
Tarjeta DVB-T doble sintonizadora	68,40 €	37	2.530,80 €
Tarjeta Satélite	37,62 €	9	338,58 €
Cursos de administración y operación	665,00 €	1	665,00 €
TOTAL sin IVA			103.492,93 €

7.3 Coste total

Recogiendo los costes internos de personal de RTVE y el coste del pedido adjudicado a la empresa externa, el presupuesto total de este proyecto asciende a la cantidad de 135.292,93 € (CIENTO TREINTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS Y NOVENTA Y TRES CENTIMOS).

Capítulo 8 - Conclusiones y mejoras

8.1 Conclusiones

En el presente trabajo hemos recorrido los procesos necesarios para hacer llegar las señales audiovisuales desde el proveedor de contenidos hasta los usuarios mediante técnicas de difusión digital de televisión por medios terrestres y de satélite.

Para ello se describieron los sistemas de procesamiento empleados y la estructura de la señal digital transportada. De esta forma pudimos delimitar y detallar la información que el sistema de supervisión debía analizar y comprobar para la detección de anomalías en los servicios de difusión.

Se realizó un detallado análisis de las funcionalidades necesarias en la herramienta que permite al usuario interactuar con el sistema, de forma que fuera ágil y efectivo en su uso.

Por último se abordó la gestión del proyecto recopilando las tareas necesarias para su desarrollo, así como su asignación de recursos y sus dependencias temporales, lo que permitió obtener el calendario de ejecución del proyecto y el presupuesto necesario para su implementación.

El fruto del trabajo recogido en el proyecto se concretó en la herramienta de supervisión de difusión por TDT y satélite que actualmente emplea RTVE para el seguimiento de la calidad del servicio que le proporcionan sus proveedores.

La herramienta implementada cumple con el objetivo inicial de extender un sistema de supervisión anterior tanto en prestaciones como en extensión, permitiendo una comprobación detallada de toda la información difundida en un elevado número de localizaciones geográficas.

A pesar del elevado volumen de información que esto representa, las funcionalidades desarrolladas en la herramienta han permitido que el uso diario sea ágil y útil, lo que ha permitido que RTVE mejore sus servicios de difusión por la detección temprana y continua de anomalías en el servicio que en ocasiones escapan a los sistemas de supervisión de los proveedores de servicio.

En lo que respecta a la ejecución del proyecto, la adjudicación a un proveedor con un producto por desarrollar ha permitido tener ciertas ventajas y encontrar algunos inconvenientes.

Como principal inconveniente está el retraso en la ejecución integral del proyecto. Al ser necesario desarrollar elementos no existentes, tanto hardware como software, el calendario inicial se vio retrasado. La justificación está en la aparición de problemas y trabas en la forma de orientar alguno de los requisitos funcionales del sistema, obligando en algunos casos a modificar la línea inicial de desarrollo con el consiguiente retraso en la ejecución de la tarea correspondiente.

Por otro lado, la principal ventaja fue poder influir en la forma de implementar ciertas funcionalidades, y adecuarlas de forma más precisa a las necesidades de RTVE. Si se hubiera tratado de productos ya disponibles la particularización fuera de los requisitos del pliego hubiera sido difícil y costosa, al ser necesario conjugar las necesidades de RTVE con las de otros clientes para influir en la evolución del producto.

8.2 Mejoras y futuras líneas de trabajo

Tras la puesta en marcha del sistema y su administración y uso, se han detectado diversas funcionalidades o mejoras que permitirían aumentar la potencia del sistema o aumentar su usabilidad.

Entre otras podemos citar:

- Posibilidad de generar una incidencia cuando el número de errores de continuidad de la trama de transporte supere un número determinado en un período de tiempo a elegir. Tal y como explicamos con anterioridad, la conmutación de algún sistema redundante puede provocar errores de continuidad, pero un número elevado de conmutaciones, y por tanto de errores, puede indicar que algunos elementos redundantes están fallando repetidamente.

- Posibilidad de tratamiento cruzado de información de alarmas de las sondas, de forma que se puedan buscar correlaciones entre las incidencias de diferentes centros y el funcionamiento de los sistemas remotos. Esto permitiría obtener información valiosa a la hora de poder resolver con mayor celeridad incidencias o problemas que afecten de forma simultánea a diferentes elementos.
- Disponibilidad de un servicio web ligero, sin acceso restringido por usuario que muestre el mapa sinóptico e información básica de las alarmas activas. Esta característica permitiría poder contar con clientes ligeros, tipo Android TV, que a través de un navegador permitan mostrar la información de estado básica en una pantalla de visualización permanente.
- Alarmas por aparición de PID no esperado, de forma que no sólo se genere incidencia cuando falte un determinado PID que hemos establecido en nuestra configuración de la trama de transporte, sino también cuando pueda aparecer por error un componente no esperado. Este hecho podría llegar a provocar saturación por superar la tasa binaria disponible.
- Comprobación de contenidos de la EIT que permita detectar errores en la difusión de información de contenidos para la EPG (Electronic Program Guide) de los receptores. Habitualmente esta información se genera de forma automática a partir de otros sistemas de información que gestionan la programación de los diferentes servicios. Puede suceder que los mecanismos de exportación o transferencia de información a los sistemas de generación de EIT fallen, lo que provocaría que el PID se detectase pero no existiese información acerca del contenido de los eventos. Un sencillo análisis de la información contenida en el PID permitiría detectar este fallo.
- Comprobación de contenido de subtítulos DVB y correspondencia con subtítulos de teletexto. El subtítulo DVB puede tener dos tipos de problemas aún cuando exista el PID correspondiente en la trama de transporte: que no tenga información y que no haya sincronización con los de teletexto. En el primer caso, puesto que los subtítulos DVB se componen de mapas de bits, sería fácil analizar el contenido y detectar que no hay contenido. Por otro lado, y puesto que los mapas de bits contendrán habitualmente texto con caracteres de una buena resolución, sería relativamente sencillo realizar reconocimiento óptico (OCR - Optical Character Recognition) y contrastar su contenido y duración con los de teletexto, permitiendo generar alarmas cuando la disparidad supere ciertos umbrales temporales de duración o retardo.

Capítulo 9 - Referencias

ETSI. 2009. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. Sophia-Antipolis : European Telecommunications Standards Institute, 2009. ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01).

—. **2011.** Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects. Sophia-Antipolis : European Telecommunications Standards Institute, 2011. ETSI TR 101 190 V1.3.2 (2011-05).

—. **2014.** Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems. Sophia-Antipolis : s.n., 2014. ETSI TR 101 290 V1.3.1 (2014-07).

hispamar. 2002. H1D - Plano de Freqüência. [Online] 2002. [Cited: 10 31, 2013.] <http://www.hispamar.com.br/>.

Hispasat. 2015. Flota de Satélites: Mapa de coberturas. *Hispasat*. [Online] 2015. [Cited: Enero 29, 2015.]

Intelsat. Infraestructure: Satellites and Coverage maps. *Intelsat*. [Online] [Cited: Enero 29, 2015.] <http://www.intelsat.com>.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2009. Grupo de Calidad del Servicio de Televisión Digital Terrestre. *Manual de Buenas Prácticas Cadena de Recepción*. 2009.

—. **2011.** Real Decreto 346/2011; Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones. *BOE*. 2011. Vol. 78.

—. **2010.** Real Decreto 365/2010; Asignación de los múltiples de la Televisión Digital Terrestre tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica. *BOE*. 2010. Vol. 81.

—. **2014.** Real Decreto 805/2014; Plan técnico nacional de la televisión digital terrestre. *BOE*. 2014. 232.

Poole, Ian. Communications Satellites Technology. *Resources and analysis for electronic engineers*. [Online] [Cited: 10 31, 2013.] <http://www.radio-electronics.com>.

PROMAX. 2013. *TV Explorer HD+. Explorador universal de TV*. 2013.

RTVE. 2014. ¿Cómo ver TVE Internacional? *rtve.es*. [Online] Junio 21, 2014. [Cited: Enero 22, 2015.] <http://www.rtve.es/television/tve-internacional/como-vernos/>.

Skinner, Mark. Commercial Space Situational Awareness. *An investigation of ground-based SSA concepts to support commercial GEO satellite operators*. [Online] [Cited: 11 3, 2013.] http://www.amostech.com/TechnicalPapers/2013/Orbital_Debris/SKINNER.pdf.